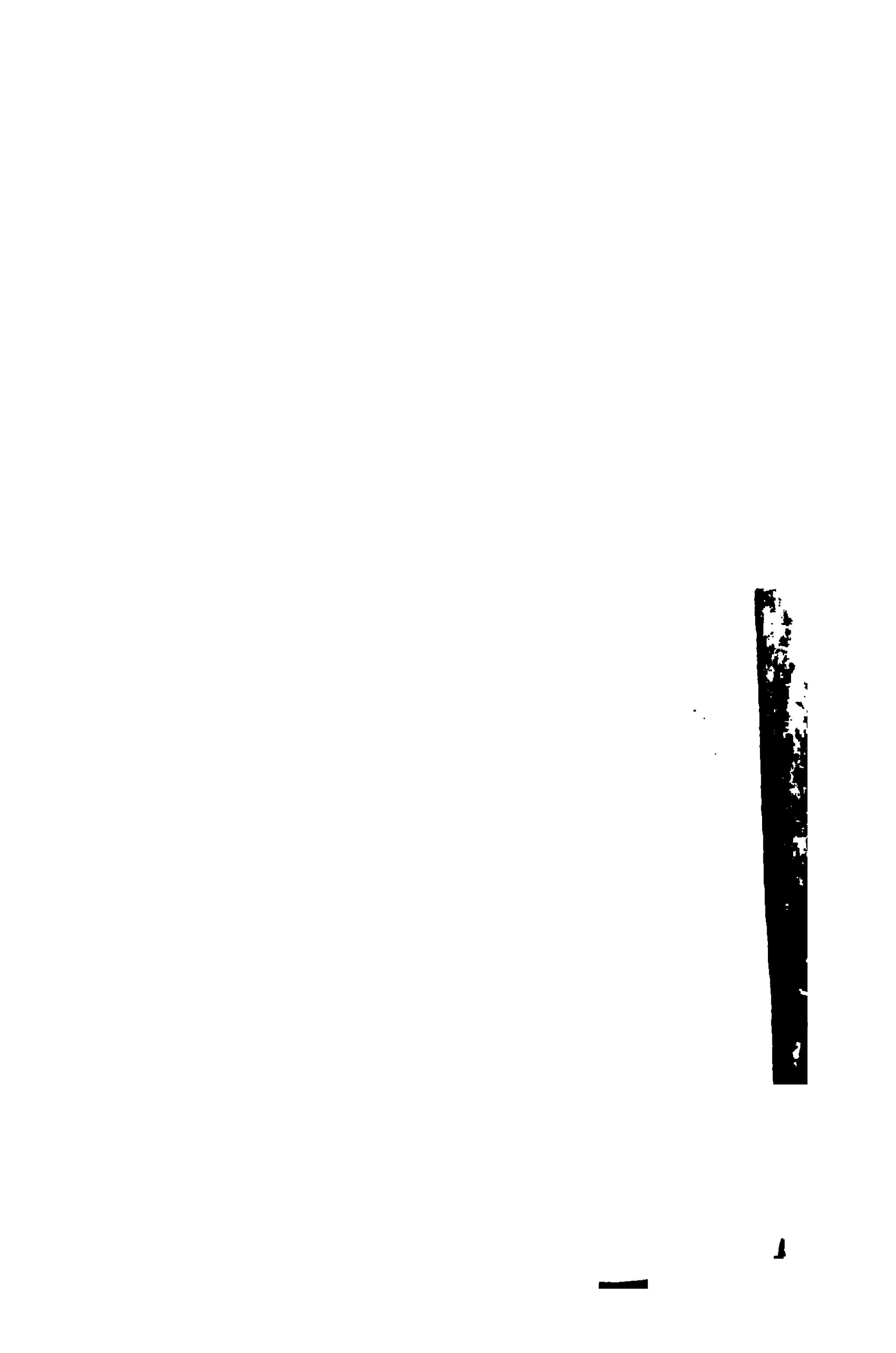

LANE MEDICAL LIBRARY STANFORD STOR
E551 .K77 1867
Handbuch der Gewebelehre des Menschen :
24503329589

J. M. Chapman, jr.
New York City.
Würzburg, Bavaria, ... Oct. 1880.



HANDBUCH

DER

GEWEBELEHRE DES MENSCHEN.

HANDBUCH

DER

GEWEBELEHRE

DES MENSCHEN.

FÜR AERZTE UND STUDIRENDE.

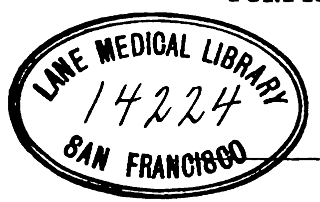
VON

A. KÖLLIKER,

PROFESSOR DER ANATOMIE IN WÜRZBURG.

MIT 524 HOLZSCHNITTEN.

FÜNFTE UMGEARBEITETE AUFLAGE.



LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1867.

Dem Andenken

seiner theuren, um die Wissenschaft viel verdienten
Freunde

Heinrich Müller und **Filippo de Filippi.**

VORREDE.

Das Erscheinen der 5. Auflage dieses Werkes hat, wie manche andere Unternehmung, unter den politischen Ereignissen des Jahres 1866 zu leiden gehabt und finde ich mich veranlasst, zum Verständnisse der Stellung desselben zur Literatur der Jahre 1866 und 1867 folgendes zu bemerken. Das Manuscript der ersten Hälfte (Bogen 1—21) war bis Mitte August 1866 vollständig in den Händen des Verlegers, doch zog sich der Druck, der im Mai 1866 begonnen hatte, bis in den Januar 1867 heraus, und erschien diese Abtheilung erst im Februar 1867. Von der zweiten Hälfte wurde das letzte Manuscript Anfangs September nach Leipzig gesendet. Der Druck begann im Mai 1867 und wurde am 13. November desselben Jahres vollendet, worauf die Ausgabe dieses Theiles im December 1867 statt hatte.

Mit Rücksicht auf die allgemeinen leitenden Gedanken bin ich den Grundsätzen treu geblieben, die ich seiner Zeit an die Spitze der 4. Auflage gestellt, nur habe ich meine vermittelnde Stellung zwischen der *Schwann*'schen Zellenlehre und den neueren Protoplasmaklümpchentheorien in dieser Auflage genauer auseinandergesetzt und einlässlicher begründet, und hoffe so einen weiteren Schritt zur Verständigung mit denen gethan zu haben, welche, wie ich, der Ansicht sind, dass ein starrer Schematismus nie zum wahren Gedeihen der Wissenschaft beiträgt. — Im Einzelnen habe ich mich bemüht, so weit als es in meinen Kräften lag und die Ungunst der Zeiten es gestattete, alle Theile durchzuarbeiten und den grossen Fortschritten der Gewebelehre gehörig Rechnung zu tragen; nichts desto weniger muss ich bedauern, dass es mir nicht möglich war, alle Organe ganz gleichmässig zu behandeln, was übrigens alle diejenigen leicht begreifen werden, die wissen, wie viel Zeit zur gründlichen Erforschung auch nur Eines Organes nöthig ist. Dass ich nicht müssig w

werden vor Allem die 111 neuen Holzschnitte lehren, von denen 96 Originale sind. Die Organe, zu denen dieselben gehören, sind auch diejenigen, deren Erforschung ich eine besondere Sorgfalt zuwandte, und gebe ich daher hier noch ein Verzeichniss aller neuen Zeichnungen. Es sind folgende:

Elementartheile Figg. 41, 46.
Haut Figg. 65, 68.
Muskeln Figg. 105, 106, 111, 122, 123, 124.
Knochen Figg. 140, 158, 166, 167, 168.
Nerven Figg. 179, 180, 181, 182, 183, 193, 196, 197, 198, 210, 215.
Speicheldrüsen Figg. 240, 241, 242, 243, 244.
Zähne Figg. 257, 258, 260, 263, 269.
Darm Figg. 285, 290, 291, 296.
Leber Figg. 301, 302, 303, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312.
Lunge 330, 331, 334, 336, 337.
Niere Figg. 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 353, 354, 355, 356, 359, 360, 362.
Nebenniere Figg. 367, 370, 371, 372, 373.
Männliche Geschlechtsorgane Figg. 380, 381, 383, 385, 388.
Weibliche » » » 390, 391, 392, 394, 395, 396, 397, 400, 401.
Gefässe Figg. 415, 426, 431, 446, 449.
Auge Figg. 455, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 468, 469, 470, 474, 476, 484, 486, 492.
Gehörorgan Figg. 503, 505.

Für die Ausführung dieser Zeichnungen und Holzschnitte bin ich auch diesmal wieder vor Allem der geschickten Hand der beiden Künstler *C. Lochow* und *J. G. Flegel* verbunden; ausserdem hatte ich auch bei einer Reihe von Zeichnungen des Beistandes zweier junger Freunde, der Herren *Carl Genth* aus Schwalbach und *Friedrich Cramer* von Wiesbaden, mich zu erfreuen.

Würzburg, 14. Nov. 1867.

A. Kölliker.

Inhaltsverzeichniss.

Specielle Gewebelehre.

Seite

VII. Von der Milz. S. 448—465.

Von den Respirationsorganen. S. 465—487.

Von den Lungen. S. 466—480.

Von der Schilddrüse. S. 480—482.

Von der Thymus. S. 482—487.

Von den Harnorganen. S. 487—521.

Von den Nieren. S. 487—514.

Von den Nebennieren. S. 514—521.

Von den Geschlechtsorganen. S. 522—575.

A. Männliche Geschlechtsorgane. S. 522—543.

Seite

B. Weibliche Geschlechtsorgane. S. 543—570.

C. Von den Milchdrüsen. S. 570—575.

Vom Gefässsysteme. S. 575—643.

1. Vom Herzen. S. 575—581.

2. Von den Blutgefässen. S. 581—598.

3. Von den Lymphgefässen. S. 599—615.

4. Vom Blute und der Lymphe. S. 615—643.

Anhang zum Gefässsysteme.

Von den höhern Sinnesorganen. S. 644—749.

I. Vom Sehorgane. S. 644—706.

A. Vom Augapfel.

B. Nebenorgane.

EINLEITUNG.

§. 1.

Die Lehre von dem feineren Baue der Pflanzen und Thiere ist eine Frucht der letzten zwei Jahrhunderte und beginnt mit *Marcellus Malpighi* (1628—1694) und *Anton v. Leeuwenhoek* (1632—1723) in der Zeit, in welcher zum ersten Male den Forschern stärkere Vergrösserungsgläser, wenn auch noch in sehr einfacher Form, an die Hand gegeben wurden. Alterthum und Mittelalter wussten von den letzten Formbestandtheilen der Organismen nichts, denn wenn auch schon *Aristoteles* und *Galen* von gleichartigen und ungleichartigen Theilen (*partes similares et dissimilares*) des Körpers reden und *Fallopia* (1523—1562) den Begriff »Gewebe« noch bestimmter erfasst und selbst eine Eintheilung derselben versucht hat (*Tractatus quinque de partibus similaribus* in *Oper. Tom. II. Francof.* 1600), so waren doch auch diesen Forschern die feinen Verhältnisse durchaus verborgen geblieben. So glänzend nun auch die ersten Schritte der jungen Wissenschaft an der Hand der genannten Männer, dann eines *Ruysch*, *Swammerdam* u. A. waren, so vermochten dieselben doch nicht, ihr eine gesicherte Stellung zu verschaffen, indem die Gelehrten einerseits der mikroskopischen Forschung noch viel zu wenig mächtig waren, als dass sie gleich mit Bewusstsein dem richtigen Ziele hätten nachstreben können, andrerseits aber auch zu sehr durch die Ausbildung anderer Disciplinen, wie der gröbern Anatomie, Physiologie, Entwickelungsgeschichte und vergleichenden Anatomie in Anspruch genommen wurden. So kam es, dass, einige vereinzelte und nur zum Theil bedeutungsvolle Erscheinungen (*Fontana, Muys, Lieberkühn, Hewson, Prochaska*) abgerechnet, die Gewebelehre im ganzen 18. Jahrhunderte keinen erheblichen Fortschritt machte und namentlich nicht über die Bedeutung einer unzusammenhängenden Sammlung von Einzelerfahrungen hinaus kam. Erst im Jahre 1801 sollte dieselbe den andern anatomischen Wissenschaften ebenbürtig an die Seite sich reihen durch den Geist eines Mannes, dem die Histiologie zwar keine grössern Entdeckungen verdankt, der aber, wie keiner vor ihm, es verstand, das vorhandene Material so zu ordnen und zur Physiologie und Medicin in Beziehung zu bringen, dass dasselbe für alle Zukunft Selbständigkeit sich erwarb. In der That ist *F. X. Bichat's Anatomie générale, Paris* 1801 die erste wissenschaftliche Bearbeitung der Gewebelehre und für dieselbe schon desswegen von Wichtigkeit, ausserdem erlangte dieselbe auch noch dadurch eine grosse Bedeutung, dass in ihr die Gewebe nicht nur von ihrer morphologischen Seite scharf aufgefasst und möglichst vollständig behandelt sind, sondern auch in ihren physiologischen Functionen und krankhaften Verhältnissen ausführlich erörtert werden. Zu diesem grossen innern Fortschritte kamen dann auch die in diesem Jahrhunderte immer weiter gedeihenden Verbesserun-

gen der äussern Hülfsmittel, der Mikroskope, und ein je länger je mehr zunehmender Eifer für Naturforschung hinzu, so dass es nicht zum Verwundern ist, dass die Histiologie in den sechs Jahrzehnten desselben alles das weit hinter sich liess, was in den anderthalb Jahrhunderten ihres ersten Bestehens geschehen war. Namentlich von den 30er Jahren an folgten sich die Entdeckungen so Schlag auf Schlag, dass es als ein wahres Glück zu betrachten ist, dass dieselben zugleich auch in einen solchen Zusammenhang kamen, dass die mikroskopische Anatomie der Gefahr entging, wie in früheren Zeiten in Einzelnheiten sich zu verlieren. Es wurde nämlich durch den im Jahre 1838 von *C. Th. Schwann* gelieferten Nachweis der ursprünglich ganz gleichartigen Zusammensetzung der thierischen Organismen aus Zellen und der Entstehung ihrer höhern Formgebilde aus diesen Elementen der leitende Gedanke gegeben, der alle bisherigen Erfahrungen verband und auch für die ferneren Bestrebungen als maassgebend sich erwies. Wenn *Bichat* die Histiologie durch die Aufstellung einer einheitlichen Grundlage und die scharfe Durchführung derselben mehr im Allgemeinen begründete, so hat *Schwann* durch seine Untersuchungen dieselbe im Einzelnen gesichert und sich so den zweiten Lorbeer in diesem Felde errungen. Was die Wissenschaft seit *Schwann* bis auf unsere Tage noch leistete, war zwar von der grössten Bedeutung für die Physiologie und Medicin und zum Theil auch vom rein wissenschaftlichen Standpuncte aus von hohem Werthe, insofern als manches von *Schwann* nur Angedeutete oder kurz Besprochene, wie die Genese der Zelle, die Bedeutung der Zellmembran und des Zellenkernes, die Lehre vom Zelleninhalte, die Entwickelung der höhern Gewebe, die chemischen Verhältnisse derselben u. s. w., weiter fortgebildet wurde, allein alles dieses war doch nicht der Art, dass es um einen namhaften Schritt weiter, zu einem neuen Abschnitte geführt hätte. Dieser Stand der Gewebelehre wird so lange dauern, als es nicht gelingt, um ein wesentliches weiter in die Tiefe des Baues der lebenden Wesen zu schauen und auch die Elemente zu erfassen, aus denen das, was wir jetzt noch für einfach halten zusammengesetzt ist. Sollte es aber je möglich werden, auch die Molecüle zu entdecken, welche die Zellmembranen, die Muskelfibrillen, die Axenfasern der Nerven u. s. w. bilden und die Gesetze ihrer Aneinanderlegung und Veränderungen bei der Entstehung, dem Wachsthume und der Thätigkeit der jetzigen sogenannten Elementartheile zu ergründen, dann würde auch für die Histiologie eine neue Zeit beginnen und der Entdecker des Gesetzes der Zellengenese oder einer Moleculartheorie ebenso oder noch gefeierter werden als der Urheber der Lehre von der Zusammensetzung aller thierischen Gewebe aus Zellen.

§. 2.

Soll der jetzige Standpunct der Gewebelehre und ihre Aufgabe etwas genauer bezeichnet werden, so ist vor Allem nicht aus den Augen zu verlieren, dass dieselbe eigentlich nur die Betrachtung Einer der drei Seiten, welche an den Elementartheilen des Körpers eben so gut wie an den Organen zur Berücksichtigung kommen, nämlich der Form, sich zur Aufgabe setzt. Nur die mikroskopischen Formen aufzufassen und die Gesetze ihres Baues und ihrer Bildung zu ergründen ist das, worauf die mikroskopische Anatomie ausgeht, nicht aber eine Lehre von den Elementartheilen überhaupt zu sein. Mischung und Verrichtung derselben kommen daher eigentlich nur insoweit in Frage, als es sich handelt, ihre Beziehung zur Entstehung der Formen und ihrer Mannichfaltigkeit aufzufinden. Alles was sonst von der Thätigkeit der fertigen Elemente und von ihren chemischen Verhältnissen in der Gewebelehre sich findet, ist entweder da, um eine Nutzanwendung der morphologischen Verhältnisse oder eine Ergänzung derselben zu geben, oder wird nur so lange als nahe verwandt mitgeführt, als die Physiologie den Verrichtungen der Elementartheile nicht die gebührende Stelle einräumt.

Wenn die Gewebelehre zur Stufe einer Wissenschaft sich erheben will, so erscheint es als ihre erste Aufgabe, eine möglichst breite und gesicherte thatsächliche Grundlage zu gewinnen. Zu diesem Ende sind die feineren Formverhältnisse der thierischen Organismen nach allen Seiten zu ergründen und zwar nicht nur bei den erwachsenen Geschöpfen, sondern auch in allen früheren Perioden von der ersten Entwickelung an. Sind die Formelemente vollständig erkannt, so ist dann das weitere Ziel den Gesetzen nachzuspüren, nach denen sie entstanden, sich weiter bildeten und schliesslich zu ihrer bleibenden Form gelangten, wobei man nicht wird umhin können, auch ihre Mischungsverhältnisse und ihre Verrichtungen ins Auge zu fassen. Um diese Gesetze zu finden, wird, wie bei Erfahrungswissenschaften überhaupt, aus der Gesammtsumme der einzelnen Thatsachen und Erscheinungen durch fortgesetzte Beobachtungen immer mehr das Zufällige von dem immer Vorhandenen, das Unwesentliche von dem Wesentlichen geschieden, bis nach und nach eine Reihe allgemeiner und allgemeinster Erfahrungssätze sich ergeben, für welche dann schliesslich mathematische Ausdrücke oder Formeln sich ableiten lassen werden, womit dann eben die Gesetze gefunden sind.

Frägt man wie die Histiologie diesen Anforderungen entspricht und welche Aussichten sie für die nächste Zukunft hat, so fällt die Antwort sehr bescheiden aus. Nicht nur besitzt dieselbe auch nicht ein einziges Gesetz, sondern es ist auch der Stoff, aus dem dieselben abgeleitet werden sollen, noch verhältnissmässig so dürftig, dass nicht einmal eine grössere Zahl von allgemeineren Sätzen gesichert erscheint. Um von einer vollständigen Kenntniss der feineren Zusammensetzung der Thiere überhaupt gar nicht zu reden, so kennen wir nicht einmal von irgend einem Geschöpfe den Bau durch und durch, selbst vom Menschen nicht, der doch schon so oft Gegenstand der Forschung war, und daher ist es eben auch bisher nicht möglich gewesen, die Wissenschaft wesentlich ihrem Ziele näher zu bringen. Es wäre jedoch ungerecht, das zu verkennen und schmälern zu wollen, was wir besitzen, und darf immerhin ausgesprochen werden, dass schon jetzt ein reicher Schatz von Thatsachen und auch einige werthvollere allgemeine Sätze gewonnen sind. Um von den erstern nur das Wichtigste anzudeuten, mag erwähnt werden, dass wir einmal von den fertigen Elementartheilen der höhern Geschöpfe eine sehr befriedigende Kenntniss haben und auch von ihrer Entwickelung ganz genügend unterrichtet sind. Weniger erforscht ist die Art und Weise, wie dieselben zu den Organen sich vereinen, doch ist auch in diesem Theile in der neuern Zeit viel geschehen, namentlich beim Menschen, dessen einzelne Organe mit Ausnahme des Nervensystems, der höhern Sinnesorgane und einiger Drüsen (Milz, Leber) nahe bis zum Abschlusse erforscht sind. Wenn hier die Leistungen in derselben Weise sich folgen wie bisher, so wird in nicht allzu ferner Zeit der Bau des menschlichen Körpers so klar vorliegen, dass mit den uns jetzt zu Gebote stehenden Hülfsmitteln, ausser etwa im Nervensysteme, nichts Wesentliches mehr zu leisten sein wird. Anders steht es mit der vergleichenden Histiologie, mit der man kaum begonnen hat und die auch in Anbetracht der Masse des Stoffes nicht Jahre, sondern Jahrzehnte zur Bewältigung brauchen wird. Wer hier etwas Erspriessliches leisten will, der muss durch Untersuchung der wichtigsten Formen, die den Gesammtbau derselben von der ersten Entwickelung an umfassen, sich eine Uebersicht über alle Abtheilungen der Thiere verschaffen und dann an der Hand des oben bezeichneten Verfahrens die Gesetze zu entwickeln suchen.

Was die allgemeinen Sätze der Histiologie anlangt, so ist die Wissenschaft seit *Schwann* in manchen Beziehungen fortgeschritten, immerhin bleiben *Schwann's* Lehren in ihren Grundzügen gesichert. Die Behauptung, dass alle höhern Thiere einmal ganz und gar aus Zellen bestehen und ihre höhern Elementartheile aus solchen entwickeln, steht fest, obschon sich herausgestellt hat, dass der Begriff der Zelle in einem weiteren Sinne aufzufassen ist als diess durch *Schwann* geschah und obschon

wir jetzt wissen, dass Zellen oder ihre Abkömmlinge nicht die einzigen möglichen oder vorhandenen Elemente der Thiere sind. Ebenso sind *Schwann's* Auffassungen der Genese der Zellen, wenn auch bedeutend umgestaltet und erweitert, doch in sofern stehen geblieben, als immer noch der Zellenkern als der Hauptfactor der Zellenbildung und Zellenvermehrung dasteht. Am wenigsten weit vorgeschritten sind wir mit Bezug auf die Gesetze, die bei der Entstehung der Zellen und der höhern Elemente obwalten und ebenso müssen unsere Kenntnisse über die elementären Vorgänge bei der Bildung der Organe noch als sehr mangelhaft bezeichnet werden. Doch ist der richtige Weg zur Aufhellung auch dieser Puncte betreten und wird sicherlich dort eine genaue Erforschung der chemischen Verhältnisse der Elementartheile und ihrer Molecularkräfte im Sinne der Untersuchungen von *Donders*, *du Bois*, *Ludwig* u. A. zusammen mit einer immer tiefer dringenden mikroskopischen Analyse derselben, wie sie namentlich bei den Nervenröhren und Muskelfasern sich geltend gemacht, und hier eine histiologische Behandlung der Entwickelungsgeschichte, wie sie von *Reichert*, *Vogt*, *mir* und *Remak* versucht worden ist, den Schleier immer mehr lüften und dem, wenn auch nie ganz zu erreichenden Ziele doch Schritt für Schritt stets näher führen.

Als wichtigste Erwerbungen, die seit *Schwann* in allgemeiner Beziehung gemacht worden sind, möchten folgende zu bezeichnen sein: 1) Der durch *Reichert* angebahnte und durch *Virchow* zur Vollendung gediehene Nachweis der Zusammengehörigkeit von Bindegewebe, elastischem Gewebe, Knorpel und Knochen oder die Aufstellung der Gruppe der Bindesubstanz. 2) Der durch die embryologischen Forschungen von *Reichert*, *mir* und *Remak* und die pathologischen Untersuchungen von *Virchow* gegebene Beweis, dass eine freie Zellenbildung nicht existirt, vielmehr alle Zellen in Abhängigkeit von einander sich entwickeln. 3) Der von *mir* gegebene Nachweis der grossen Verbreitung von geformten Zellenausscheidungen (Cuticularbildungen) und eines verwickelten (porösen) Baues vieler derselben. 4) Die durch die embryologischen Untersuchungen von *Bergmann*, *Bischoff* und *mir* zuerst gemachte Entdeckung von dem Vorkommen zellenähnlicher Körper ohne Membran (Umhüllungskugeln, ich), denen neueren Forschungen zufolge, unter denen vor Allem die von *Lieberkühn* und *M. Schultze* hervorragen, besonders bei einfacheren Thieren eine grössere Verbreitung zukommt. 5) Der Nachweis der Uebereinstimmung der ursprünglichen Zellflüssigkeit thierischer und pflanzlicher Zellen in ihren chemischen und histiologischen Eigenschaften (*Cohn*, *M. Schultze*) und vor Allem die Entdeckung der allgemein verbreiteten Contractilität des thierischen Protoplasma.

§. 3.

Die Hülfsmittel zum Studium der Gewebelehre können hier nur kurz angeführt werden. Was die Literatur anlangt, so sind die wichtigeren monographischen Arbeiten bei den einzelnen Abschnitten angegeben, und werden daher hier nur die grössern selbständigen Werke aufgeführt. Billig stellt man *Schwann's* Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen. Berlin 1839, im Auszug in *Fror*. Notizen 1838, oben an, als die passendste Einleitung in die Gewebelehre. Ausserdem sind zu nennen *X. Bichat, Anatomie générale, quatre Vol. Paris* 1801, übersetzt von *Pfaff*. Leipzig 1805.; *E. H. Weber*, Handbuch der Anatomie des Menschen von *Hildebrandt*. Bd. 1, allgemeine Anatomie. Braunschw. 1830, ein für die damalige Zeit ausgezeichnetes und auch jetzt noch an und für sich und als Fundgrube für die ältere Literatur unumgänglich nöthiges Werk: *Bruns*, Lehrbuch der allgemeinen Anatomie des Menschen. Braunschweig 1841, sehr klar, bündig und gut; *Henle*, Allgemeine Anatomie. Leipzig 1841, mit klassischer Darstellung des Zustandes der Lehre von den Elementartheilen im Jahre 1840, vielen eigenen Angaben und physiologischen, pathologischen und historischen Bemerkungen; *G. Valentin*, Artikel »Gewebe« in *R. Wagner's* Handwörterbuch der Physiologie. Bd. 1. 1842; *R. B. Todd* und

W. Bowman, The physiological anatomy and physiology of man. Volum. I. a. II. London 1841—56, grösstentheils auf eigene Untersuchungen basirt, sehr fasslich und gut; *Quain's Anatomy, 6. Ed., edited by W. Sharpey and G. Ellis. London* 1856, mit kurzer aber vortrefflicher Darstellung der allgemeinen Gewebelehre durch *Sharpey*, *Bendz, Haandbog i den almindelige Anatomie. Kiöbenhavn* 1846 und 47, mit fleissigen historischen Uebersichten; *A. Kölliker*, Mikroskopische Anatomie oder Gewebelehre des Menschen. 2. Band, specielle Gewebelehre, in zwei Hälften. Leipzig 1850 —54, mit möglichst vollständiger Darstellung des feineren Baues der Organe und Systeme des Menschen; *Gerlach*, Handbuch der Gewebelehre. 2. Aufl. Mainz 1854; *Harting, Het Mikroskoop*, Band IV. *p.* 159—315. Tab. III; *Schlossberger*, Erster Versuch einer allg. und vergl. Thierchemie, Leipzig 1856—57; *Fr. Leydig*, Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere, Frankfurt 1857; *H. Frey*, Histologie und Histochemie des Menschen, mit 388 Holzsch. Leipzig 1859, *J. Leidy, An elementary treatise on human anatomy, Philad.* 1861; *J. A. Fort, Traité élémentaire d'histologie, Paris* 1863; *G. Pouchet, Précis d'histologie humaine d'après les travaux de l'école française, Paris* 1864; *Ch. Robin, Programme du cours d'histologie professé à la Faculté de Médecine de Paris, Paris* 1864; *C. Morel, Précis d'Histologie humaine. 2. ed. Paris* 1864, *avec Atlas de* 60 *planches*; *Fr. Leydig*, Vom Bau des thierischen Körpers. Handb. d. vergl. Anatomie. Bd. 1, erste Hälfte, Tübing. 1864; *Fr. Leydig*, Tafeln zur vergleichenden Anatomie, Heft I, Tübing. 1864; *A. Kölliker, Icones histiologicae*, oder Atlas der vergleichenden Gewebelehre, Heft I. 1864, Heft II. 1866; *Th. v. Hessling*, Grundzüge der allgemeinen und speciellen Gewebelehre des Menschen, Leipzig 1866. *Henle*, Handb. d. syst. Anat. d. Menschen, 1. und 2. Bd., Braunschweig 1857—1866.

Dann sind noch zu vergleichen die histologischen Jahresberichte *in Valentin's Repertorium* (von 1835—1842), in *Canstatt's* Jahresbericht (1844—1856 von *Henle*, 1857—1860 durch *Th. v. Hessling*, von 1861 an durch *H. Frey*), in der Zeitschrift für rationelle Medicin (von 1856 an durch *Henle*) und in *Müller's* Archiv (von 1833—1838 durch *J. Müller*, von 1839 an durch *C. B. Reichert*).

Brauchbare Abbildungen finden sich in allen oben citirten Werken, mit Ausnahme derer von *Bichat*, *Weber* und *Bruns*, ferner sind die Abbildungen von Injectionen in *Berres* »Anatomie der mikroskopischen Gebilde des menschlichen Körpers«, Heft 1—12, Wien 1836—42, grösstentheils gelungen, ebenso die Darstellungen der Gewebe und Organe in »*R. Wagner's Icones physiologicae*«, 2. Ausgabe. besorgt von *A. Ecker*, ausgezeichnet. Mittelmässig sind die Abbildungen von *C. J. M. Langenbeck*, Mikroskopisch-anatomische Abbildungen, Lief. 1—4, Göttingen 1846—51; *Donné, Cours de Microscopie, Paris* 1844, *avec atlas*; *A. H. Hassall. The microscopic anatomy of the human body, London* 1846—49 und *Mandl, Anatomie microscopique, Paris* 1838—57; dagegen ganz brav die von *Queckett, Catalogue of the histological series in the royal college of surgeons of England. Vol. I. London* 1850. *Vol. II.* 1855. Sehr gut ist *Funke's* Atlas zu *Lehmann's* physiologischer Chemie, 2. Aufl. Leipzig 1858. Ferner ist zu nennen *Th. v. Hessling* und *J. Kollman*, Atlas der allgemeinen thierischen Gewebelehre. Nach der Natur photographirt. Erste Lief. 11 Taf. Leipzig 1861. Zweite Lief. 17 Taf. 1862.

Was Mikroskope anlangt, so will ich meine Meinung dahin abgeben, dass von den leichter zugängigen die von *Hartnack*, (*Oberhäuser*), *Plössl*, *Nachet* und *Schiek* in erster Linie stehen. In England verfertigen *A. Ross*, *Powell and Lealand*, *Smith*, *Beck and Beck*, *M. Pillischer*, *S. Highley*, *Ch. Baker* Instrumente, die den genannten z. Th. ganz die Waage halten, aber für Deutschland nicht weiter in Frage kommen können. In kleinen wohlfeilen, jedoch noch ausgezeichnet brauchbaren Mikroskopen für Studirende und Aerzte leistet *Hartnack* (*Place Dauphine* 21) in Paris das Beste. Ausserdem sind zu nennen *Schiek* in Berlin, *Plössl* in Wien, *Nachet* in Paris, *C. Zeis* in Jena, *F. Belthle* (Nach-

folger von *Kellner*) in Wetzlar, *B. Hasert* in Eisenach, *G. F. Merz* in München. Für weiteres Detail und Preise halte man sich an *H. Frey's* Werk über das Mikroskop. Wegen des Gebrauches des Mikroskopes verweise ich auf *J. Vogel*, Anleitung zum Gebrauche des Mikroskopes, Leipzig 1841; *H. v. Mohl*, Mikrographie, Tübingen 1846; *Harting*, *Het Mikroskoop, deszelfs gebruik, geschiedenis en tegenwoordige toestand. Utrecht* 1848—54, 4 *Thle.*, ins Deutsche übersetzt von *F. W. Theile*, Braunschweig 1859; *Purkyně*, Artikel »Mikroskop« in *Wagner's* Handwörterb. der Physiol., Bd. 2. 1844, in welchen Werken, sowie in den Schriften von *Queckett*, *A practical treatise on the use of Microscope, Lond.* 1848, übers. von *Hartmann*, Weimar 1850; *Robin*, *Du microscope et des injections dans leurs applications à l'anatomie et à la pathol. Paris* 1848 und *Lionel Beale*, *The microscope and its application for clinical medecine, London* 1854 und *How to work with the microscope* 3. *edit. London* 1865, auch die Zubereitung der mikroskopischen Objecte zum Theil sehr ausführlich besprochen ist. Sehr empfehlenswerthe Schriften sind auch: *Hannover*, Das Mikroskop, seine Construction und sein Gebrauch, aus dem Dänischen übers. und mit Zusätzen versehen von *O. Funke*, Leipzig 1854 und *H. Schacht*, Das Mikroskop und seine Anwendung besonders für Pflanzenanatomie. 3. Aufl. Berlin 1862, und ganz ausgezeichnet *C. Nägeli* u. *S. Schwendener*, Das Mikroskop. 1. Th. Leipzig 1865; *H. Frey*, Das Mikroskop und die mikrosk. Technik, 2. Aufl. Leipzig 1865. Endlich ist noch zu nennen: *G. Valentin*, die Untersuchung der Pflanzen- und Thiergewebe im polarisirten Lichte. Leipzig 1861.

Mikroskopische Präparate sind käuflich zu haben bei Prof. *Hyrtl* in Wien (auch im Tausch gegen seltene Thiere), beim mikroskopischen Institute in Wabern bei Bern oder bei *Schäffer u. Co.* in Magdeburg, bei *N. Herbst* und *Fr. Schöpf* auf der Anatomie in Würzburg, bei *Topping* (4 *New Winchester Str.*, *Pentonville Hill*), *Smith, Beck and Beck* (31 *Cornhill*), *Norman* (14 *Fountainplace, City road*), *Pillischer* (88 *New Bond Str.*), *Tennant* (149 *Strand*), *Stevens* (24 *Bloomsbury Str.*), *Hett* u. A. in London, bei *Bourgoigne fils* (*Rue de Rennes* 9 *près du Luxembourg*) in Paris und bei Prof. *Richiardi* in Bologna. Injectionen mit undurchsichtigen Massen liefern in unübertrefflicher Schönheit *Hyrtl* und die Engländer, mit durchsichtigen Massen ebenso gut *Smith*, *Beck and Beck* (Präparate von *Thiersch*) und *Richiardi*. *Bourgoigne* hat besonders Hartgebilde von höheren Thieren und weiche Gewebe, die Engländer ausser den Injectionen Hartgebilde aller Art, auch fossiler Thiere, *Herbst* und *Schöpf* Zähne, Knochen, Schuppen, Kalkkörper und Axen von Gorgoniden, Hartgebilde von *Echinodermen* und *Spongien*. Die grössten Privat- und öffentlichen Sammlungen mikroskopischer Präparate finden sich in Wien bei *Hyrtl* (Injectionen) und bei *Lenhossek* (centrales Nervensystem), in Utrecht bei *Harting* (Injectionen, Schliffe, Muskeln, Nerven), in London im *College of surgeons* (thierische und pflanzliche Gewebe aller Art), bei *Tomes* (Zahn- und Knochenschliffe), *Carpenter* (Hartgebilde niederer Thiere), *Lockhart Clarke* (centrales Nervensystem), *L. Beale* (Injectionen, Nervenenden), *A. Farre* (Eihäute, Placenten), *Bowerbank* (*Spongien*), in Manchester bei *Williamson* (Zähne und Knochen, bes. von *Ganoiden* und *Sauriern*), in Russland bei *Reissner* in Dorpat (Hartgebilde von Thieren, Nervensystem), *Jacubowitsch* und *Owsjannikow* (centrales Nervensystem), in der Schweiz bei *Goll* in Zürich (centrales Nervensystem), bei *H. Frey* (Injectionen), bei *His* in Basel (Injectionen). In Deutschland finden sich meines Wissens ausser bei *Hyrtl* grössere solche Sammlungen in Giessen bei *Leuckart*, in Halle bei *Welcker*, in Erlangen bei *Gerlach* und *Thiersch* (Injectionen), in Cassel bei *Stilling* (centrales Nervensystem), in Frankfurt beim mikr. Verein, in Bonn bei *M. Schultze* und in Würzburg im mikroskopischen Institute (Präparate von *H. Müller* und *mir*) und in der pathologischen Anstalt (Präparate von *Förster*).

Allgemeine Gewebelehre.

I. Von den Elementartheilen.

§. 4.

Untersucht man die festen und flüssigen Bestandtheile des menschlichen Körpers t Hülfe stärkerer Vergrösserungen, so zeigt sich, dass die mit blossem Auge sicht- ren kleinsten Theile derselben, wie Körner, Fasern, Röhren, Häute, noch nicht ɜ letzten Formbestandtheile sind, dass vielmehr alle neben einer überall verbreiteten nz flüssigen oder halbweichen, oder selbst festen, gleichartigen Zwischensub- anz noch kleine Formtheilchen enthalten, die nach den Organen verschieden sind d in gleichen Organen immer in gleicher Weise wiederkehren. Diese sogenannten lementartheile sind mannichfacher Art, doch ergibt eine genauere Erforschung r Allem ihrer Entwickelung, dass die bei weitem überwiegende Mehrzahl derselben f eine einfache Grundform, die Zellen, zurückzuführen ist, welche nicht nur als r Ausgangspunct eines jeden pflanzlichen und thierischen Körpers erscheinen, son- rn auch, entweder als solche oder nach Eingehung verschiedenartiger Umwandlun- n, den vollendeten thierischen Leib zusammensetzen und in den einfachsten pflanz- hen und thierischen Bildungen (einzelligen Thieren und Pflanzen) sogar Selbstän- gkeit besitzen. Verglichen mit den Zellen und ihren Abkömmlingen sind die andern ch vorkommenden Elementarformen, nämlich die in den Zwischensubstanzen enthal- ɪen Krystalle, Körner, Bläschen und Fasern von geringerer Bedeutung d kann von einer besondern Betrachtung derselben um so eher Umgang genommen ːrden, als viele derselben (Körner und Bläschen der Drüsensäfte, Samenfäden) von Grunde gegangenen Zellen abstammen und bei den andern (Fibrillen des Binde- webes, elastische Fasern, Fasern der Grundsubstanz gewisser Knorpel und Knochen, ɪsern der Cuticularbildungen) wenigstens die Zwischensubstanzen, die sie enthalten, rer Entwickelung zufolge in dem innigsten Zusammenhange mit Zellen stehen. ɪsserdem ist auch bei den letztgenannten Formen, obschon ihre Betheiligung an der ldung der Gewebe zum Theil nicht ohne Belang erscheint, doch ihre physiologische deutung eine mehr untergeordnete, wogegen die Körner und Bläschen allerdings sofern eine grössere Wichtigkeit besitzen, als sie fast alle auch im Innern der llen sich finden und in mannichfacher und zum Theil bedeutungsvoller Weise in den bensprocess derselben eingreifen.

So lange die Ansicht von *Schwann* und *Schleiden* Geltung hatte, dass die Zellen i in den flüssigen Zwischensubstanzen des Körpers sich bilden, konnte die Gewebelehre ht anders als diesen Zwischensubstanzen und den in ihnen vorkommenden Formen (Kör- r, Bläschen, scheinbar freie Kerne) gehörig Rechnung tragen und musste es selbst als eckmässig erscheinen, diese Gebilde zum Ausgangspuncte der ganzen Darstellung zu ihlen, wie es in den ersten zwei Auflagen geschehen ist. Nun aber gezeigt ist, dass eine che Zellenbildung nicht vorkömmt, vielmehr der Organismus in unterbrochener Folge r Formen aus der Eizelle sich aufbaut, treten die Zwischensubstanzen mehr in den Hinter- ɪnd und ist es das naturgemässeste die Zelle zum Mittelpuncte der Schilderung der Ele- ntartheile zu machen.

Von den Zellen.

§. 5.

Die **Zellen** (*cellulae*), auch **Elementarzellen** oder **Kernzellen** genannt, sind vollkommen geschlossene Bläschen von 10—20 μ[1] mittlerer Grösse, an denen im **ausgebildeten** Zustande eine besondere **Hülle**, die **Zellhülle** oder **Zellmembran** und ein **Inhalt** zu unterscheiden sind. Der letztere besteht aus einer eigenthümlichen meist zähen Flüssigkeit, dem **Zellensaft**, *Protoplasma*, häufig auch aus geformten Theilchen dieser oder jener Art und enthält ausserdem einen besonderen rundlichen Körper, den **Zellenkern**, *Nucleus*, der wiederum Flüssigkeit und ein noch kleineres Körperchen, das **Kernchen** oder **Kernkörperchen**, *Nucleolus*, in seinem Innern führt. Im **jugendlichen** Zustande **entbehren alle Zellen der Membran** und sind anfangs nichts anderes als hüllenlose Segmente von Dottersubstanz, jedes mit einem Kern (Furchungskugeln), Elemente, welche bei gewissen Geschöpfen in verschiedener Menge auch nach vollendetem Wachsthum vorkommen können und daher zweckmässig mit einem besonderen Namen belegt und als **Zellenkeime** (*Cytoblasten*) oder **Urkeime** (*Protoblasten*) von den ausgebildeten mit einer Hülleversehenen **Zellen** unterschieden werden.

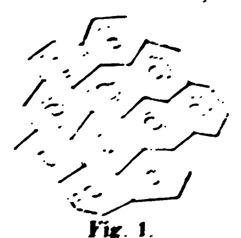


Fig. 1.

Diese Zellen und Zellenkeime nun, die als mit besonderen Verrichtungen begabt und der Stoffaufnahme und Verarbeitung, des Wachsthumes, der Contraction und der Vermehrung fähig zu denken sind, müssen als die **wesentlichen Formeinheiten** des Körpers aufgefasst werden, insofern als jedes Thier ursprünglich aus einer Zelle, dem Eie, besteht und alle mehrzelligen höheren Geschöpfe in unmittelbarer Formfolge aus der ersten Eizelle alle ihre spätern Elementartheile ableiten, mögen dieselben auch noch so zusammengesetzt sein. Allein nicht blos vom anatomischen, auch vom physiologischen Gesichtspuncte aus erscheinen die Zellen als die wahren und ursprünglichen Einheiten der organischen Natur und wird jede wissenschaftliche Darstellung der Lebensvorgänge von ihnen auszugehen haben.

Das genauere Studium der Elementartheile der Thiere beginnt erst 1838 mit *Schwann*, der im Anschlusse an die Botaniker, gefunden hatten, dass der pflanzliche Organismus ganz und gar aus bläschenförmigen mikroskopischen Gebilden, den Pflanzenzellen, sich aufbaue, den Satz aufstellte, dass auch der thierische Körper aus solchen Gebilden sich anlege und bestehe. Seit dieser Zeit wurde der Erforschung der kleinsten Formtheilchen eine immer grössere Sorgfalt gewidmet, wobei sich dann zeigte, dass die *Schwann'sche* Zellentheorie nach verschiedenen Seiten einer Vervollkommnung fähig sei; ja es gingen selbst einige soweit, dieselbe ganz zu verwerfen und an ihre Stelle eine andere zu setzen, die man die **Klümpchen-** oder **Körnertheorie** heissen kann, der zufolge **hüllenlose** rundliche Massen organischer Substanz mit einem Zellenkerne, die eigentlichen Elemente der Thiere sind. Schon vor längerer Zeit machte *Fr. Arnold* einen Versuch dieser Art, indem er die Elementartheile des Körpers als hüllenlose Klümpchen auffasste, doch war derselbe ohne nennenswerthe Wirkung, da er auf keine genaueren Untersuchungen über die von *Schwann* angenommenen Zellmembranen begründet war. Von ganz anderer Bedeutung waren die in die J. 1841—1843 fallenden Untersuchungen von *Bergmann*,

Fig. 1. Epidermis eines zweimonatlichen menschlichen Embryo, noch weich wie Epithelium. 350mal vergr.

[1] Ich werde in dieser Auflage alle Grössen in Millimetern angeben und zwar dem Vorschlage von *Listing* und *J. Vogel* folgend in Mikromillimetern oder Mikra, die mit μ bezeichnet werden. Es ist 1 μ = 0,001 mm; 10 μ = 0,010 mm; 100 μ = 0,100 mm; 1,5 μ = 0,0015 mm.

Bischoff und *mir*, denen zufolge die ersten Elemente, welche bei der embryonalen Entwicklung der Batrachier, Säuger und Nematoden aus dem Dotter sich bilden, keine Zellen sondern hüllenlose Klümpchen von Dotter mit einem Zellenkerne sind, und begründen diese Erfahrungen den ersten wirklichen Fortschritt nach einer neuen Richtung. Später wurden dann diese Elemente, die sogenannten Furchungskugeln von *mir* einer ausführlichen Untersuchung unterzogen (Entwickl. d. Cephalopoden 1844) und unter dem Namen Umhüllungskugeln als eine eigenthümliche Art Elementarkörper den Zellen an die Seite gestellt. Ich zeigte an der Hand der Entwickelungsgeschichte, dass bei allen Geschöpfen mit Furchung des Dotters die ersten Elemente des Thierleibes hüllenlose zellenartige Gebilde sind und wies nach, dass ein guter Theil dieser Elemente in den späteren Stadien der Entwicklung durch Anbildung einer Hülle in wirkliche Zellen sich umwandelt. Ausserdem machte ich aber auch auf die Möglichkeit aufmerksam, dass an gewissen Orten hüllenlose Elemente die embryonale Periode weit überdauern und vielleicht selbst in andere Elemente wie Muskelfasern übergehen, ohne jemals zu wirklichen Zellen geworden zu sein, oder selbst noch im ausgebildeten Organismus in dem primitiven Zustande von Umhüllungskugeln sich finden (l. c. bes. St. 151—153).

Von diesen Aufstellungen nun habe ich diejenige, welche sich auf die Natur der ersten embryonalen Elemente bezieht, immer entschieden festgehalten, trotzdem, dass von verschiedenen Seiten, vor Allem von *Reichert* und *Remak*, vorübergehend auch von *M. Schultze* den Furchungskugeln Membranen zugeschrieben worden waren und verschaffte sich dieselbe auch nach und nach ziemlich allgemeine Anerkennung, dagegen traten die andern Fragen als minder belangreich für mich und Andere mehr in den Hintergrund, denn wenn einmal nachgewiesen war, dass die ersten embryonalen Elemente hüllenlos sind und später zu Zellen werden, so konnte es nicht als erheblich erscheinen, ob diess früher oder später geschieht. Ein anderes Ansehen gewann diese Angelegenheit erst in der neuesten Zeit und zwar von einer Seite her, die auf den ersten Blick nicht im innigsten Zusammenhange mit derselben steht, nämlich durch das Studium der einfachsten Thiere und Pflanzen.

Was die Thiere anlangt, so stellten sich durch ein genaueres Studium der einfachsten Formen nach und nach eine Reihe Thatsachen heraus, welche unter der unabweisbaren Voraussetzung, dass auch diese Wesen aus Zellen bestehen oder wenigstens Einer Zelle gleichwerthig sind, zum Schlusse führen mussten, dass die Zellmembranen nicht ein überall vorkommender Theil der thierischen Elemente sind. Als solche Thatsachen nenne ich folgende:

1. Der Nachweis, dass es einfachen Zellen gleichwerthige Thiere giebt, deren Körper durchaus keine Spur einer umhüllenden Membran zeigt. Hierher gehören vor allem die Rhizopoden, von denen schon in der Zeit vor *Schwann*, *Dujardin* gezeigt hatte, dass sie einfach aus homogener contractiler Substanz bestehen, ein Ausspruch, der dann auch durch die speciell mit Rücksicht auf die Zellentheorie *Schwann's* angestellten Untersuchungen von *mir* an *Actinophrys* und *M. Schultze* bei verschiedenen Gattungen des süssen und salzigen Wassers bestätigt wurde. Aehnliches ergeben auch für viele Infusorien die neueren Untersuchungen von *Stein*, *M. Schultze* und *mir* im Gegensatze zu den Annahmen von *Frey*, *Leuckart*, *Lachmann* und *Claparède*, denen zufolge allen Infusorien eine *Cuticula* zukömmt.

2. Die Entdeckung, dass bei entschieden vielzelligen Geschöpfen Gewebe vorkommen, die keine Spur von Membranen an den sie zusammensetzenden Elementen erkennen lassen. So nach *Lieberkühn's* schönen Beobachtungen bei den *Spongillen* und nach meinen Erfahrungen bei vielen Meerschwämmen. Bei den *Spongillen* und wohl auch bei andern Schwämmen kommt ausserdem noch der merkwürdige Umstand dazu, dass die zellenartigen Körper zeitweise zu einem ganz gleichartigen beweglichen Parenchym verschmelzen, zeitweise wieder gesondert auftreten. Ferner zeigen die *Radiolarien* nach *E. Häckel's* Erfahrungen in der extra- und intracapsulären Sarcode Gewebe, die der Verschmelzung vieler Zellen in eine einzige homogene contractile Masse ihren Ursprung verdanken, von denen der *Spongillen* jedoch dadurch sich unterscheiden, dass ihre Elemente bleibend verschmolzen sind. Bei *Noctiluca* endlich, die nach *Th. W. Engelmann's* Beobachtung auch ein mehrzelliges Geschöpf ist, erkennt man im Körper wohl an gewissen Stellen Zellkerne, aber nirgends Zellengrenzen.

3. Endlich kann hervorgehoben werden, dass auch bei den Pflanzen, bei denen Zellmembranen eine so allgemein verbreitete Erscheinung sind, Elemente vorkommen, die der-

selben entbehren. Hierher zählen einmal die Schwärmsporen der Algen und einiger Pilze, ferner die amöbenartigen Jugendstadien der *Mycetozoen* und von *Chytridium*. Ja selbst Verschmelzungen zellenartiger Körper zu grösseren Massen finden sich bei den *Mycetozoen*, ähnlich denen, die bei den *Spongien* beobachtet wurden.

Angesichts dieser Thatsachen gewannen nun auch die älteren Erfahrungen über die Furchungskugeln und manche vereinzelte Beobachtungen über die Elemente ausgebildeter höherer Thiere, an denen Membranen theils gar nicht zu finden gewesen waren, wie an den centralen Nervenzellen und Zellen der glatten Muskeln, oder wenigstens nicht mit der nöthigen Sicherheit sich hätten nachweisen lassen, wie bei den tiefsten Zellen der geschichteten Horngebilde, den Lymphzellen u. a., eine erhöhte Bedeutung und so kam es, dass im Jahre 1861 fast gleichzeitig drei ausgezeichnete Mikroskopiker *M. Schultze*, *E. Brücke* und *L. Beale* die alte Arnold'sche Anschauung, die oben als Klümpchen- oder Körnertheorie bezeichnet wurde, in veränderter Gestalt wieder ins Leben riefen. Die Aufstellungen dieser Forscher stimmen übrigens nur theilweise mit einander überein, wesshalb eine gesonderte Besprechung derselben nöthig ist.

E. Brücke hält sich mehr auf einem negativen Standpuncte. Nach ihm ist die Zellmembran nicht nothwendiges Attribut der Zellen, kommt denselben in ihrer ersten Jugend wahrscheinlich allgemein nicht zu und bildet sich wo sie da ist, erst später durch eine allmähliche Verdichtung. Ebenso ist nach *Br.* von dem Zellenkerne nicht nachgewiesen, dass er ein wesentlicher Bestandtheil der Zellen sei, denn derselbe ist in den Zellen gewisser Kryptogamen bisanhin noch nicht beobachtet und wo er wirklich sich findet, nicht unumstösslich bewiesen, dass er bei der Fortpflanzung der Zellen eine wichtige Rolle spiele. Frägt man, was denn eigentlich eine Zelle oder ein »Elementarorganismus« sei, so erhält man hierauf keine bestimmte Antwort, doch geht aus *Br.'s* ganzer Schilderung hervor, dass er dieselbe als ein Klümpchen *Protoplasma* betrachtet, das möglicherweise aber nicht nothwendig einen Kern oder eine Membran oder beide besitzen kann.

Weniger weit von den älteren Anschauungen entfernte sich *M. Schultze* indem nach ihm zum Begriff einer Zelle zweierlei gehört, ein Kern und *Protoplasma* welche beide Theilproducte der gleichen Bestandtheile einer anderen Zelle sein müssen. *Sch.* stützt sich bei dieser Behauptung vor Allem auf die Embryonalzellen, die er als das wahre Urbild der Zellen betrachtet und von denen er behauptet, dass sie keine Hüllen besitzen, welche somit als etwas nicht nothwendig zur Zelle gehöriges anzusehen seien. Ferner stellt er den Satz auf, dass nur Zellen ohne Hülle als Ganze durch Theilung sich vervielfältigen, so wie dass die Bildung einer Membran an der Oberfläche des *Protoplasma* eher ein Zeichen beginnenden Rückschrittes sei, so dass man die Behauptung vertheidigen könnte, die Zellmembran gehöre so wenig zum Begriff der Zelle, dass sie sogar als Zeichen herannahender Decrepidität oder doch wenigstens eines Stadiums zu betrachten sei, auf welchem die Zelle in den ihr ursprünglich zukommenden Lebensthätigkeiten bereits eine bedeutende Einschränkung erlitten habe.

Bei *Lionel Beale* ist es wiederum schwierig genau zu erfahren, wie er eigentlich die Elemente der Organismen auffasst. So viel ist klar, dass auch er auf die Zellmembran wenig Gewicht legt und sie als ein nicht constantes Gebilde auffasst. Ebenso werden die Zellenkerne wenig betont, immerhin lässt er dieselben eine gewisse Rolle bei der Entstehung neuer Elemente spielen, indem er sagt, »dass wenn aus einem Elemente andere mit abweichenden Kräften begabte hervorgehen, diese immer mit neuen Centren *nucleus* oder *nucleolus*) in demselben ihren Anfang nehmen«. Die wesentlichen Bestandtheile der organischen Elemente sind nach *L. Beale* zwei: 1) Keimsubstanz (*germinal matter*) welche allein am Stoffwechsel sich betheiligt, lebt, wächst und sich vermehrt und 2) eine nach aussen von jener gelegene geformte Substanz (*formed material*), welche aus Keimsubstanz hervorgeht, aber einmal gebildet, ganz passiv sich verhält. Erstere entspricht unserem *Protoplasma* oder dem Zellenkern, jedem für sich allein oder beiden vereinigt, letztere dagegen umfasst die Zellmembranen, Abscheidungen, Auflagerungen, Verdickungsschichten und im Innern erzeugten Zellflüssigkeiten und geformten Bildungen. Nach *B.* sind nun gewöhnlich die beiden genannten Substanzen in einem Elemente beisammen, doch kann ein solches auch nur aus Keimsubstanz bestehen, wie z. B. ein Eiterkörperchen und steht er somit in dieser Beziehung ziemlich auf demselben Standpuncte, wie *Schultze* und *Brücke*, nur dass er wie Letzterer auch kernlose Elemente anzunehmen scheint.

Diesen Aufstellungen gegenüber habe ich in der 4. Auflage dieses Werkes und in meinen *Icones histiologicae* Heft 1, eine vermittelnde Stellung eingenommen, welche ich in Folgendem bestimmter als es bisher geschehen ist, auseinandersetzte.

Obenan stelle ich den Satz, dass die Zelle wie ein ganzer Organismus und das Thierreich ihre Entwicklung und ihre Geschichte hat, und dass demnach der Begriff derselben nicht aus einer einzigen ihrer Erscheinungsformen, sondern nur aus der Gesammtheit derselben abzuleiten ist. Verfolgen wir von diesem Gesichtspuncte ausgehend, die verschiedenen Stadien im Leben der Zellen, wie sie vor allem bei der embryonalen Entwicklung sich zeigen, so ergeben sich folgende:

1) Das Stadium einer kernlosen Kugel von *Protoplasma* oder des kernlosen *Protoplasten*, wie er durch den befruchteten Eiinhalt nach dem Verschwinden des Keimbläschens dargestellt wird;

2) die Stufe der kernführenden Kugel von *Protoplasma* ohne Hülle oder des kernhaltigen Protoblasten wie er bei den Furchungskugeln aller Geschöpfe sich zeigt;

3) das Stadium der ächten Zelle mit Hülle, *Protoplasma* und Kern, wie sehr viele Elemente ausgebildeter Geschöpfe es darstellen;

4) endlich die Stufe der umgewandelten Zelle, in welcher irgend einer oder mehrere Bestandtheile der Zelle eine wesentliche Umänderung erlitten haben.

Zu diesen Sätzen gebe ich folgende Erläuterungen:

Ad 1. Es kann jetzt wohl als entschieden angesehen werden, dass bei Thieren nach der Befruchtung der Kern der Eizelle oder das Keimbläschen schwindet. Somit ist ein kernloser Zelleninhalt, das heisst, das Eiprotoplasma oder der Dotter das erste Element des neu sich entwickelnden Wesens, aus dem dann bald mit dem Entstehen des ersten embryonalen Kernes und der ersten Furchungskugel ein kernhaltiger Protoblast und dann viele solche sich entwickeln. Aus dieser Thatsache lässt sich, wie mir scheint, mit einiger Wahrscheinlichkeit der Schluss ableiten, dass die erste Entstehung organischer Wesen vielleicht auch mit dem Auftreten kernloser Protoplasmamassen begonnen hat, dagegen folgt aus derselben nicht, dass wie *Brücke* meint, der Kern nicht wesentlicher Bestandtheil eines Elementarorganismus sei, denn 1) war der befruchtete kernlose Dotter selbst früher ein kernhaltiger Zelleninhalt und 2) besitzt derselbe keine typische Gestalt und scharfe Begrenzung, welche erst auftritt, sobald der erste embryonale Kern in ihm sich bildet. Auch glaube ich nicht, das es irgend einen selbständigen Organismus oder einen Elementartheil eines zusammengesetzten Organismus gibt, der nicht irgend einmal einen Kern gehabt hätte und bin der Meinung, dass die wenigen negativen Thatsachen aus dem Pflanzen- und Thierreiche, angesichts der überwältigenden Anzahl positiver Erfahrungen nicht ins Gewicht fallen. Mir scheint eben die wesentliche Bedeutung der Kerne darin zu liegen, dass sie dem *Protoplasma* eine bestimmte Form und einheitliche Function aufprägen, vermöge welcher Eigenschaft sie dann auch als die eigentlichen Reproductionsorgane der Zellen erscheinen.

Ad 2) Der erste Kern eines jeden aus einem befruchteten Eie sich entwickelnden Embryo entsteht selbständig im Dotterprotoplasma und ist eine ganz neue Bildung. In den einen Fällen nun, bei der totalen Furchung, bedingt derselbe sofort die Bildung eines selbständigen, scharf begrenzten Protoblasten, der ersten Furchungskugel, aus welchem mit der fortschreitenden Theilung des Kernes immer neue Protoblasten entstehen. In andern Fällen, bei der partiellen Furchung, führt das Auftreten des ersten Kernes und seine Vermehrung anfänglich noch nicht zur Umwandlung des Eiprotoplasma in selbständige Körper und entstehen nur unvollständig gesonderte Protoplasmahaufen mit vielen Kernen, ein Stadium, das bei gewissen einfachen Geschöpfen (*Spongien* z Th., *Radiolarien*, *Noctiluca*) zeitlebens sich erhält. Ausserdem ergibt sich aus der ersten Entwicklung der Insecten, wenn dieselbe richtig aufgefasst ist (Siehe *Weismann* die Entwickl. d. Dipteren 1864) noch eine Möglichkeit, nämlich die, dass in einem *Protoplasma* viele Kerne auf einmal und unabhängig von einander entstehen, auf welches Stadium dann die sofortige Sonderung in viele Protoblasten eintritt. Die in den beiden letzten Fällen zu beobachtenden zusammenhängenden Protoplasmahaufen mit Kernen verdienen nicht den Namen von Elementarorganismen oder Protoblasten und betrachte ich als solche nur die vollkommen gesonderten Massen, die sowohl in der Keimhaut der Insecten, als auch bei der partiellen Furchung später entstehen. Ebenso kann ich auch nicht, wie *M. Schultze* jede Ansammlung von *Protoplasma* mit einem Kerne wie sie z. B. in den quergestreiften Muskelfasern als sogenannte Muskelkörperchen vorkom-

men, als Protoblasten anerkennen. Solche Ansammlungen können wohl zu selbständigen Elementarorganismen sich gestalten, so wie sie sind, fehlt ihnen dazu die Hauptsache, die Einheit der Form und Function. Diese hervorzurufen, ist sicher die Hauptrolle der Kerne, es genügt jedoch hierzu die Anwesenheit der Kerne allein nicht, wie die zahlreichen Beispiele von vielkernigen Protoblasten und Zellen lehren.

Ad 3. Da jede Pflanze und jedes Thier, soweit bisher genaue Untersuchungen möglich waren, mit einer ächten Zelle (Ei, Spore) seinen Ursprung nimmt, da ferner die Pflanzen so zu sagen, ausschliesslich wahre Zellen als Elemente besitzen, und bei den Thieren die überwiegende Mehrzahl der in einfacheren Verhältnissen verharrenden und doch ausgebildeten Elemente wirkliche Zellen sind, so bin ich entschieden der Ansicht, dass nur die bläschenförmige Zelle als vollkommen ausgebildeter Elementartheil der Organismen angesehen werden kann. Mit diesem Ausspruche ist die Bedeutung des *Protoplasma* nicht zu gering angeschlagen und die Wichtigkeit der Membran nicht überschätzt. Auch ich bin mit *M. Schultze* und *L. Beale* der Ansicht, dass der Zellensaft (*Protoplasma* und Kern) der wichtigste und vorzugsweise active Theil der Zelle ist, was übrigens seit *Schwann* von allen Histiologen anerkannt wurde, allein man hat sich doch davor zu hüten, denselben und vor Allem das *Protoplasma* nicht allzu sehr zu vergöttern, wie es jetzt bei der jüngern Schule Mode zu werden scheint. Auch die Zellmembranen haben ihre physiologische Bedeutung und ihren Stoffwechsel und ebenso die aus dem *Protoplasma* entstandenen Zellenflüssigkeiten, Niederschläge in Zellen und Intercellularsubstanzen und ist es gewiss nicht gerechtfertigt, einer rothen Blutzelle eines Säugers, weil sie keinen Kern mehr hat, den Namen Zelle abzusprechen (*M. Schultze*) oder derselben den Stoffwechsel zu bestreiten, weil sie keine *germinal matter* mehr besitzt (*L. Beale*).

Ad 4. Die umgewandelten Zellen zeigen am besten, wie unlogisch es ist, den Begriff der Zelle einzig und allein aus Einem Erscheinungsstadium aus abzuleiten. Als wesentliche Umwandlungen betrachte ich vor allem: a) das Schwinden der Kerne (rothe Blutzellen, viele Epidermisschüppchen, ältere Chordazellen von Fischen), b) das Schwinden des *Protoplasma* (Schüppchen der Horngebilde), c) die Umwandlung des *Protoplasma* in andere Substanzen (Fettzellen, Chordazellen der Fische), d) die Verschmelzung der Membranen vieler Zellen untereinander (Knorpel vieler Geschöpfe), e) Verdickungen der Zellenhülle bis zum fast gänzlichen Schwinden des Inhaltes (alte Zellen in Rippenknorpeln), f) Verschmelzungen der Zellen *in toto* in eine Masse (gewisse Zellen der *Mycetozoen*).

In Betreff des Namens der hüllenlosen Elemente der Organismen bemerke ich noch, dass ich es für zweckmässig halte, die Bezeichnung »Umhüllungskugeln«, die ich denselben vor Jahren gab, mit einem andern Namen zu vertauschen. Da der Name *Cytoblast*, den *Schleiden* seiner Zeit den Zellenkernen gegeben hatte, ausser Gebrauch gekommen ist, so lässt sich derselbe füglich zu diesem Zwecke verwenden, wenn es sich um Elemente handelt, die später zu wirklichen Zellen werden. Zur Bezeichnung derer, die nie aus dem Stadium des membranlosen Elementes heraustreten, dient der Name *Protoblast*. Zur allgemeinen Bezeichnung der organischen Elementartheile scheint mir das Wort »Zellen« immer noch verwendbar und werde ich, wenn es darauf ankommt, die Anwesenheit einer Membran besonders hervorzuheben, den Namen ächte oder wahre Zellen, brauchen.

Der neuern physikalischen Physiologie gegenüber muss die Zelle als anatomische und physiologische Einheit, als wirkliche organische Grundform, die durch eigene Thätigkeit sich erhält und weiter bildet, festgehalten werden. Berücksichtigt man, dass die Entwickelungsgeschichte schon lange gezeigt hat, dass es einzig und allein die Eizelle ist, die in ununterbrochener Entwickelungsreihe den ganzen Organismus darstellt, sowie dass die neuern Untersuchungen mit immer grösserer Bestimmtheit darthun, dass eine freie Zellenbildung nicht existirt, so ergibt sich, wenn man nicht in einer im Gebiete der wahren Naturforschung ganz unberechtigten Weise auf die erste Schöpfung organischer Gestalten zurückgehen will, die Nothwendigkeit, die Zelle als Ausgangspunct auch der physiologischen Betrachtung zu wählen. Mit dieser Forderung ist natürlich die Erforschung der physikalischen und chemischen Vorgänge in den Zellen nicht ausgeschlossen, vielmehr hat auch schon die Histiologie eine weitergehende Analyse der Zellenthätigkeit als wichtiges Desiderat anerkannt (s. §. 2). In derselben Weise wie für die Physiologie ist auch für die Pathologie die Erforschung der Lebensvorgänge der Zellen von der grössten Tragweite. Ist bei ersterer eine Cellularphysiologie, wie man die Lehre von den normalen Verrichtungen

der Zellen und ihrer Abkömmlinge nennen kann, an der seit *Schwann* alle einsichtsvollen Histiologen und auch manche Physiologen gearbeitet haben, der wahre Ausgangspunct, so ist für die krankhaften Störungen die von *Virchow* ins Leben gerufene Cellularpathologie die Angel, um die jede weitere Erkenntniss sich dreht. In beiden Gebieten ist übrigens mit der Ermittelung der Vorgänge in den zelligen Elementen nicht Alles gethan. Auch die Zwischensubstanzen aller Art, mögen sie nun geformte Theilchen enthalten oder nicht, haben ihr Recht und erst aus der Ermittlung der Leistungen Aller Bestandtheile des Körpers und ihrer mannichfachen Wechselwirkungen wird am Ende eine volle Erkenntniss der Lebensvorgänge und ihrer Störungen erstehn.

§. 6.

Grösse und Form der Zellen, Zellenhülle oder Zellmembran. Eine genauere Betrachtung der Verhältnisse der Zellen zeigt Folgendes: Ihre Grundform ist die einer Kugel, die allen Zellen in ihrem ersten Lebensalter, vielen, wie namentlich den in Flüssigkeiten befindlichen (Fettzellen, farblose Blutzellen u. A.) beständig zukömmt. Von den sonst noch auftretenden Gestalten sind die gewöhnlichsten: 1) die linsen- oder scheibenförmige (rothe Blutzellen); 2) die polygonale (Pflasterepitheliumzellen); 3) die kegel- oder pyramidenförmige (Flimmerepithelium); 4) die cylindrische (Cylinderepithelium); 5) die spindelförmige (Epithel der Gefässe); 6) die sternförmige (Nervenzellen). — Die Grösse der Zellen sinkt auf der einen Seite, so bei vielen jungen Zellen, den Blutzellen u. s. w., bis zu 4—6 μ herunter und erreicht auf der andern, wie bei den Cysten des Samens und den Ganglienzellen, die von 40—80 μ. — Die grössten thierischen Zellen sind die Zellen der Speicheldrüsen von Insecten, die bis 200 μ messen, die Dotterzellen oder Eier, namentlich der Vögel, Amphibien und Fische, und einige aus einer einzigen Zelle bestehenden Thiere, die, wie gewisse Gregarinen, bis 1,5 mm erreichen.

Die Hülle der Zellen ist in den einen Fällen sehr zart, glatt, kaum darstellbar und von einfachen Grenzlinien bezeichnet, in andern von ziemlicher Festigkeit und messbarer Dicke, in noch andern endlich sehr dick und meist concentrisch geschichtet. Den Bau anlangend, so galten die Zellenhüllen früher für ganz gleichartig, seit *ich* jedoch in der einseitigen Auflagerung auf die Zellenhülle der Darmcylinder Canälchen oder Poren aufgefunden und nachgewiesen habe, dass eine Reihe anderer, zum Theil schon bekannter Canälchen (Cuticularbildungen der Gliederthiere und Mollusken) ebenfalls die Bedeutung von Lücken in äusseren Zellenausscheidungen haben, wird es sehr wahrscheinlich, dass auch die Zellenhüllen selbst Oeffnungen besitzen können und sind auch schon an einigen Orten Andeutungen solcher gesehen, wie an den Eiern gewisser Geschöpfe und den Knorpelzellen des Ohrknorpels des Hundes. In gewissen Zellenhüllen finden sich selbst grössere Oeffnungen (Mikropylen der Eier, Ausmündungen einzelliger Drüsen), deren Entwickelung noch nicht sicher erkannt ist.

Die Zellenhüllen bestehen aus einer stickstoffhaltigen Substanz, die bei jungen Zellen unzweifelhaft ein Eiweisskörper ist, wie aus ihrer Löslichkeit in Essigsäure (zum Theil schon in der Kälte) und in verdünnten kaustischen Alkalien sich schliessen lässt. Später wird die Membran bei vielen Zellen, jedoch lange nicht bei allen unlöslicher und nähert sich hie und da der Substanz des elastischen Gewebes mehr oder weniger, ohne jedoch jemals wirklich zu solcher zu werden.

An gewissen Zellen ist, wie oben schon erwähnt wurde, eine Hülle nicht nachzuweisen. Solche Cyto- oder Protoblasten finden sich bei den jüngsten Embryonen aller Thiere als die einzigen Elemente. Im Laufe der Entwickelung wandelt sich ein bald grösserer, bald geringerer Theil dieser Elemente durch Anbildung einer festeren Rindenschicht in

ächte Zellen um, während ein anderer Theil im ursprünglichen Zustande verharrt und selbst im ausgewachsenen Organismus noch in diesem sich vorfinden und erhalten kann.

In Betreff des Vorkommens von Protoblasten im Einzelnen, wird auf die späteren speciellen Beschreibungen der Gewebe und Organe verwiesen und ist hier nur soviel zu bemerken, dass in sehr vielen Fällen die Entscheidung, ob eine zarte Zellmembran vorhanden sei oder nicht, eine sehr schwierige ist, indem die bisher aufgestellten Kriterien einen sehr verschiedenen Werth haben und fast die meisten von gewissen Seiten beanstandet werden, wesshalb auch in sehr vielen Fällen ein Einklang der Ansichten sich noch nicht hat erzielen lassen. Als wichtigste Anhaltspuncte werden folgende aufgezählt:

1) Das Bersten der Zellen und das Austreten des Inhaltes, wobei die Membran leer zurück bleibt. — Lässt sich alles das nachweisen, so darf eine Zellenhülle mit Sicherheit angenommen werden, allein leider gelingt dieser Beweis nur bei wenigen Elementartheilen, wie z. B. bei den Eiern vieler Thiere (Säuger, Vögel, Amphibien, Fische u. A.), den Cylinderepithelien des Darmes, den Zellen von *Spongilla* (*Lieberkühn*).

2) Das Vorkommen einer doppelten Begrenzungslinie soll die Anwesenheit einer Membran beweisen (*Brücke* u. A.). — Allerdings sind alle derberen Zellmembranen im Pflanzenreiche und im Thierreiche durch einen doppelten Contour ausgezeichnet, allein einerseits ist die Anwesenheit einer solchen Doppellinie kein untrügliches Zeichen des Vorkommens einer Hülle, wie die doppeltcontourirten Tropfen von Nervenmark beweisen, anderseits kann eine Hülle vorhanden sein, auch wenn nur eine einfache Begrenzungslinie sich findet, wie die gewöhnlichen Fettzellen, die Nervenröhren, quergestreiften Muskelfasern und andere Elemente beweisen, deren Hüllen und Scheiden Niemand bezweifelt.

3. Das Vorkommen von Molecularbewegung im Innern eines Elementartheiles soll nach einigen die Anwesenheit einer Hülle darthun. — Hiergegen hat *Brücke* wohl mit Recht Einsprache erhoben, indem auch in einem hüllenlosen Körper flüssigere Stellen mit Bewegung feiner Körnchen gedenkbar sind. Nur wenn der gesammte Inhalt eines Elementartheiles in Bewegung getroffen werden sollte, liesse sich, wie mir scheint, die ruhende Rindenzone mit Recht als eine Hülle ansehen, es ist jedoch etwas derart noch bei keinem Elementartheile mit zweifelhafter Membran wahrgenommen worden.

4. Das theilweise oder vollständige Aufquellen eines Elementarkörpers durch Wasser oder andere Agentien unter dem Deutlichwerden oder der Abhebung einer Begrenzungslinie von dem Inhalte, der entweder sich erhält oder nach aussen tritt. Dieses Kriterium ist meiner Meinung nach ein vortreffliches, vorausgesetzt, dass man Grund hat anzunehmen, dass die Begrenzungsschicht nicht durch das Reagens erzeugt sei, in welcher Beziehung das Folgende nachzusehen ist. Ich erinnere an das Aufquellen der Schüppchen der Epidermis und von Epithelien und ihre Umwandlung in Blasen in Essigsäure und verdünnten kaustischen Alkalien, ferner an das Aufquellen der Darmcylinder in Wasser, wobei sie zuletzt zu kugelrunden Blasen werden, in denen der ursprüngliche Inhalt irgendwo an der Wand anliegt. An manchen Zellen z. B. denen des embryonalen Knochenmarkes und des unreifen Samens hebt sich durch Wasser einseitig ein scharfer Contour vom Inhalte ab, der mir ebenfalls als Beweis einer Membran gilt, da eine solche Linie oft auch ringsherum sich ablöst. Doch hat man in solchen Fällen vor einer Verwechslung mit austretenden Inhaltstropfen sich zu hüten, die meist leicht zu vermeiden ist. — Die Erscheinung, die rothe Blutzellen bei Wasserzusatz zeigen, d. h., das Auftreten einer besonderen Begrenzungslinie an den kugelrund gewordenen Elementen, während das Innere ganz erblasst, sehe ich ebenfalls als bestimmten Beweis des Vorkommens einer Membran an. — Hüllenlose Elemente können übrigens auch aufquellen, allein dann zeigt sich an ihnen nie ein Contour, den sie nicht vorher schon besassen.

5. Aus dem Auftreten von Hüllen beim Zusatze von Essigsäure, kaustischen Alkalien oder anderen Agentien haben Manche auf das Vorkommen solcher im natürlichen Zustande der Theile schliessen wollen. *Kühne* hat jedoch eingewendet, dass solche Membranen nur durch das Reagens erzeugte Verdichtungen des eiweisshaltigen *Protoplasma* seien, ebenso, wie dieselben auch in reinen Eiweisslösungen entstehen. Dieser Einwurf hat sicher eine gewisse Berechtigung, es ist jedoch zu bedenken, dass die genannten Reagentien durchaus nicht überall, wo ein eiweissreiches *Protoplasma*

da ist, Hüllen erzeugen und dass daher die Fälle, in denen diess geschieht, nicht ohne weiteres als bedeutungslos erklärt werden können. So lässt sich bei *Paramaecium, Bursaria, Vorticella* u. A. durch verschiedene Mittel (Alkohol, Essigsäure, Chromsäure) immer und ohne Ausnahme eine Hülle nachweisen, wogegen diess bei den Oxytrichinen, bei Actinophrys u. A., nie und nimmermehr gelingt. Bei den Furchungskugeln aller Geschöpfe, bei den centralen Nervenzellen, den vielkernigen Knochenmarkzellen (*Myeloplaxen Robin*) ist eine Umhüllung in keiner Weise sichtbar zu machen, wogegen Essigsäure bei den grösseren farblosen Blutzellen des Menschen, den kleineren Zellen des fötalen Knochenmarkes, den Samenzellen eine solche erkennen lässt. Ich glaube somit, dass die Ergebnisse der Einwirkung von Reagentien nicht ohne Weiteres zu verwerfen sind, doch gebe ich zu, dass hier Vorsicht sehr am Platze ist.

6. Als Beweise mangelnder Hüllen hat man mancherlei Erscheinungen angesehen, so das Eindringen fester Molecüle in das Innere (Zellen mit Partikelchen von Nervenmark [*ich*]; Blutkörperchenhaltende Zellen; Blutzellen von *Tethys*, [*E. Häckel*]), das Austreten des Zellenkernes ohne nachweisbare Rissstelle (Blutzellen des Frosches), die Theilung von Elementen und die Ablösung von Theilchen von solchen ohne Spuren der gerissenen Membranen oder eines ausfliessenden Inhaltes (rothe Blutzellen, bes. des Frosches), die amöboiden Bewegungen gewisser *Protoblasten* (farblose Blutzellen u. A.). Von allen diesen Thatsachen erscheint jedoch keine vollgiltig beweisend und können dieselben auch unter der Annahme eines zähen *Protoplasma* und einer weichen dehnbaren Hülle begriffen werden.

Alles zusammengenommen ist der Nachweis der Anwesenheit oder des Mangels einer Membran in vielen Fällen als eine sehr schwierige Aufgabe zu bezeichnen, ja es wird sogar, wenn man bedenkt, dass die Membranen in den meisten Fällen etwas secundäres sind und allmählich um hüllenlose Protoblasten entstehen, von vorneherein zu sagen sein, dass in gewissen Fällen weder nach der einen noch nach der andern Seite eine Entscheidung wird gegeben werden können.

Eine Vergleichung der thierischen und pflanzlichen Elementartheile ergibt, dass dieselben zwar im Wesentlichen sich gleich verhalten, dass jedoch bei den Pflanzen ganz ausgebildete Zellen mit deutlichen Hüllen die bei weitem vorwiegenden Elemente sind und Protoblasten nur sehr spärlich vorkommen. Ja bis vor wenigen Jahren waren solche nicht einmal mit Sicherheit erkannt und sind es erst die Erfahrungen von *Schenk, de Bary* u. A., durch die wir bei Pilzen und Algen hüllenlose Elemente kennen gelernt haben. Die Lehre von dem Vorkommen von zwei Zellmembranen bei den Pflanzenzellen, einer inneren, dem Primordialschlauche (*H. v. Mohl*) und einer äusseren, der Cellulosenhülle, der die Botanik vor einiger Zeit noch huldigte, ist in der neuesten Zeit ganz verlassen worden und betrachtet man nun den Primordialschlauch einfach als die äusserste Schicht des Zellensaftes (*Protoplasma*).

Die pflanzlichen Zellmembranen sind übrigens von den thierischen in Manchem verschieden, vor allem durch ihre chemische Zusammensetzung, indem dieselben fast ausschliesslich aus stickstoffloser Substanz bestehen. Ausserdem zeigen dieselben im Allgemeinen eine bedeutendere Dicke als diejenigen der Thiere und einen verwickelteren Bau, in welcher Beziehung vor Allem an die von *H. v. Mohl* zuerst genauer beschriebenen und in neuester Zeit von *C. Nägeli* (Sitzungsb. d. k. bayr. Akad. 1864) sorgfältig untersuchten Streifungen der vegetabilischen Zellmembranen zu erinnern ist, die noch bei keiner thierischen Zelle wahrgenommen wurden.

§. 7.

Zelleninhalt. Im Innern der Zellen finden sich zu einer gewissen Zeit regelrecht ein oder mehrere Kerne, ausserdem ein verschieden beschaffener, bald mehr zäher, bald flüssiger Inhalt, der häufig noch Körner oder Bläschen oder andere Formgebilde verschiedener Natur enthält.

Der Zelleninhalt im engern Sinne ist sowohl in morphologischer als chemischer Beziehung von so verschiedener Art, dass eine allgemeine Schilderung desselben sehr schwierig ist. Geht man von den embryonalen und überhaupt von den jungen Zellen aus, so ergibt sich, dass derselbe wesentlich aus zwei Theilen, einer gleichartigen zähflüssigen Substanz und in dieselbe eingestreuten Körnchen besteht. Erstere

oder der Zellensaft. *Cytoplasma* (*Protoplasma Mohl, Remak*), die ihrer wohl allgemein verbreiteten Zusammenziehungsfähigkeit halber auch mit einem von *Dujardin* zuerst gebrauchten Namen *Sarcode* genannt werden könnte, ist in ihren chemischen Eigenthümlichkeiten noch wenig bekannt, immerhin lässt sich, vor Allem aus den Untersuchungen über die Zusammensetzung des Inhaltes der Eizelle oder des Dotters, so wie aus einigen mikrochemischen Reactionen entnehmen, dass dieselbe neben Wasser und Salzen vor Allem aus Eiweisskörpern besteht und ausserdem noch vielleicht allgemein sogenannte stickstoffhaltige Fette und zuckerbildende (glycogene) Substanz, vielleicht auch Zucker enthält. Seinen übrigen Eigenschaften nach ist der Zellensaft gleichartig und ohne nachweisbare Structur, ferner wohl nie ganz flüssig, sondern in verschiedenen Graden zähe, in Wasser nicht löslich, aber sehr quellungsfähig und wohl niemals gefärbt. Die Körner im ursprünglichen Zellensafte sind noch wenig gekannt. Blass oder dunkel von Ansehen treten dieselben meist nur in geringen Grössen und in sehr wechselnden Mengen auf. Die meisten derselben scheinen Fett zu sein, einige vielleicht auch aus Eiweisskörpern oder andern Stoffen zu bestehen.

Aus diesen allen Zellen ursprünglich zukommenden Eigenthümlichkeiten entwickeln sich nun mannichfache andere Gestaltungen. Was zunächst den ursprünglichen Zellensaft anlangt, so scheint derselbe in gewissen Fällen in wesentlich gleicher Art wie in den jungen Zellen sich zu erhalten, so in den tieferen Zellen der geschichteten Epidermisbildungen, in den Zellen gewisser einfacher Epithelien, manches Drüsenzellen u. A.; in andern Fällen entwickelt sich aus oder in demselben vielleicht in Verbindung mit gewissen chemischen Aenderungen eine besondere Organisation, die ihn zu höheren Leistungen befähigt. Hierher zählen feine von *Eberth* entdeckte Fasern in den Flimmerzellen des Darmes der Muscheln, die Muskelfibrillen ähnlichen Fasern im Innern gewisser Infusorien (*Vorticella, Stentor* u. A.), die Fibrillen der quergestreiften Muskelzellen, die Streifungen u. concentrischen Schichtungen im Innern gewisser Nervenzellen (*Remak, Beale, Walther* u. A.), ferner Andeutungen eines »tubulären Baues« in gewissen Zellen von *Oniscus, Porcellio* und *Asellus* (*Leydig* vergl. Anat. 1, St. 13) und die von *Reichert* entdeckte besondere röhrige Structur des Nahrungsdotters des Hechteies (*Müll.* Arch. 1856), den ich auch am frischen Eie von *Gadus lota* auffand. In noch andern Fällen gehen aus dem *Cytoplasma* die je nach Ort und Zeit verschiedenen Zellenflüssigkeiten hervor, unter denen besonders die schleimhaltigen in Epithelium- und Drüsenzellen, die wässerigen in den Knorpelzellen niederer Thiere, die gefärbten in den Blutzellen, die fetthaltigen in den Zellen vieler Drüsen und die mit eigenthümlichen Stoffen versehenen gewisser Drüsen (Leber, Nieren u. a.) hervorzuheben sind. In den meisten dieser Zellen und Zellenabkömmlinge besteht jedoch neben der neugebildeten Flüssigkeit ein bald grösserer bald geringerer Rest des ursprünglichen Zellensaftes (*Cytoplasma*) fort, dagegen scheint in andern Fällen derselbe entweder ganz oder fast ganz verloren zu gehen, wie in den mit wässeriger Flüssigkeit gefüllten Zellen der *Chorda dorsalis* und den Fettzellen bei Hautwassersucht, in den von einem Fetttropfen ganz erfüllten Fettzellen, den verhornten Schüppchen und Fasern der Epidermisgebilde. Die Art und Weise, wie diese Umwandlungen eintreten und die Bedeutung derselben für die Verrichtungen der Zellen kommen in einem spätern Absatze noch weiter zur Besprechung.

Die geformten Theile im Zelleninhalte betreffend so zeigen sich auch später die in allen Zellen von Anfang an vorhandenen Eiweisskörnchen und Fetttröpfchen, ausserdem aber auch Körperchen und Bläschen verschiedener Art, ja selbst Krystalle und Gebilde von ganz besonderer Natur. Krystalle sind beim Menschen noch nicht gesehen, es sei denn, man wolle die in Fettzellen von Leichen beobachteten Fettnadeln, die krystallinischen Bildungen von Gallenfarbstoff in pathologischen Leberzellen und die in Zellen beobachteten Haematoidinkrystalle hierher rechnen.

dagegen finden sich dieselben, obschon selten, bei Thieren [Zellen der Vorhautdrüsen der Ratte und der *Malpighischen* Gefässe der Insecten (*ich*). Eier der Fische und Amphibien, deren Dotterplättchen nach den Untersuchungen von *Radlkofer* (Zeitschrift f. w. Zool. IX. p. 529) u. *Filippi* (Ibid. X. p. 15) Krystalle einer eiweissartigen Substanz sind]. Fetttropfen finden sich in sehr vielen Zellen im Inhalte vertheilt, entweder vereinzelt (Knorpelzellen) oder in grösserer Zahl, so dass sie selbst den einzigen Bestandtheil auszumachen scheinen (Zellen der Talg- und Milchdrüsen), doch möchten dieselben in manchen Fällen als fetthaltige Bläschen aufzufassen sein, wenigstens ist es von den Fetttropfen der Zellen der Milchdrüsen, die, wenn sie frei geworden sind, Milchkügelchen heissen, als ausgemacht zu betrachten, dass sie eine zarte Hülle von Käsestoff besitzen. Dieselbe Natur von Elementarbläschen möchten auch noch andere Körnchen im Inhalte vieler Zellen haben, doch ist es auf der andern Seite auch gewiss, dass viele derselben keine Hülle besitzen, in welchem Falle man sie mit einem von *Henle* vorgeschlagenen Namen als Elementarkörnchen bezeichnen kann. Es gehören hierher die Pigmentkörnchen des schwarzen Augenpigments und anderer gefärbter Zellen, und die Eiweisskörnchen, die in vielen Zellen von Drüsen und Drüsensäften sich finden, bei Thieren die Chlorophyllkörner der Protozoen, von *Hydra* u. A., die Kalkconcretionen der Bindesubstanzzellen der Mollusken, die Körner von harnsauren Salzen in den Fettkörperzellen der Insecten und den Leuchtorganen von *Lampyris* u. s. w. Von pathologischen, jedoch sehr häufigen Bildungen wären die Körner von Gallenfarbstoff in den Leberzellen, das pathologische körnige Pigment in Zellen (Lungen z. B.), die Colloidkörner in den Epithelzellen der Nieren, die Kalkconcretionen u. s. w., hierher zu rechnen. Die Lebenserscheinungen aller dieser Körner sind noch wenig genau untersucht, doch ist es wahrscheinlich, dass ein Theil derselben in bestimmter Weise an dem Stoffwechsel der Zellen sich betheiligt und selbst unter Umständen ein Wachsthum von innen heraus zeigt, wie diess *Nägeli* von den Amylumkörnern der Pflanzen dargethan hat.

Noch ist einer eigenthümlichen Art von Elementarbläschen des Zelleninhaltes, nämlich der Dotterbläschen gewisser Thiere, Erwähnung zu thun. Am genauesten kennt man dieselben aus dem Hühnerdotter, dessen längst bekannte Kugeln der eigentlichen Dottersubstanz und der Dotterhöhle, wie *Schwann* richtig fand, alle Bläschen sind, jedoch nicht die Bedeutung von Zellen haben. Die Membranen dieser Dotterbläschen sind ungemein zart und bestehen aus einem Eiweisskörper; der Inhalt ist flüssiges Eiweiss, in welchem bei den Kugeln der Dotterhöhle gewöhnlich Ein grosser wandständiger, bei den andern viele grössere und kleinere Fetttropfen liegen. Die Entwickelung dieser Bläschen geht wahrscheinlich von dem Fetttropfen aus, wie dies auch bei den andern Elementarbläschen anzunehmen ist, seitdem man durch *Ascherson* weiss (*Müll.* Arch. 1840. p. 49), dass jedesmal, wenn flüssiges Fett und flüssiges Eiweiss mit einander geschüttelt werden, die entstehenden Fetttröpfchen alle mit zarten Eiweisshüllen sich umgeben, doch unterscheiden sie sich von diesen dadurch, dass sie ein sehr bedeutendes Wachsthum besitzen und während desselben in ihrem Inhalte Umwandlungen erleiden, indem bei vielen die Zahl der Fetttröpfchen mit dem Alter immer mehr zunimmt. Aehnliche Bläschen sind auch im Dotter der Fische, Amphibien (*Remak* in *Müll.* Arch. 1852. p. 151), Krustenthiere und Spinnen nachgewiesen und haben dieselben auch hier, wie bei den Vögeln, nur untergeordnete Bedeutung, insofern als sie nicht direct zur Bildung des Leibes des Embryo verwendet werden, sondern demselben nur als Nahrungsdotter dienen. Bei Fischen (*Cobitis*) und wahrscheinlich auch bei den Amphibien entstehen in diesen Bläschen die krystallinischen Dotterbläschen (*Filippi* l. s. c.).

Als eigenthümliche Vorkommnisse sind nun noch die im Innern der Samenzellen enthaltenen Samenfäden zu erwähnen, so wie, wenn auch die vergleichende Anatomie herbeigezogen werden darf, die Nesselorgane in den Epithelialzellen der Coe-

lenteraten und gewisser Würmer, die Fadenzellen der Schleimsäcke und der Epidermis von *Myxine* (s. Würzb. naturwiss. Zeitschr. I. p. 3 und 5), die Chitinablagerungen im Innern gewisser Zellen (Bildungszellen der feinsten Tracheen, einzellige Hautdrüsen von Insecten) und die von mir im Innern der Zellen der Spinndrüsen von Insecten gefundenen Tracheen.

Ein sehr wichtiger Theil des Inhaltes der Zelle ist der Zellenkern (Kern, Kernbläschen, *Nucleus*. Derselbe erscheint als ein kugeliger oder linsenförmiger, wasserheller oder in's Gelbliche spielender Körper, der im Mittel 4—9 μ misst, in selteneren Fällen jedoch die Grösse von 20—80 μ erreicht, wie in Ganglienkugeln und Eiern. Alle Kerne sind Bläschen, was schon *Schwann* vermuthete und ich an Embryonen und erwachsenen Geschöpfen als allgemeine und ursprüngliche Bildung nachwies. Ihre Hülle ist bei kleineren sehr zart und erscheint als eine einfache feine dunkle Linie, bei den grösseren ist sie stärker, selbst von messbarer Dicke und von doppelten Rändern begrenzt, so bei den Kernen der Ganglienkugeln, Eier und vieler embryonaler Zellen, in welchem Falle sie selbst Andeutungen von Oeffnungen (Poren) zeigt, wie ich an den Kernen von Fischeiern (den Keimbläschen) und der Zellen der Spinngefässe von Raupen gefunden habe. Der Inhalt der Kernbläschen oder der Kernsaft ist, abgesehen vom *Nucleolus*, fast ohne Ausnahme wasserhell oder leicht gelblich, nie dunkler gefärbt, und besteht höchst wahrscheinlich aus einem dem ursprünglichen Zellsafte gleichen eiweissreichen, zähflüssigen Stoffe, in dem durch Wasser, Essigsäure, verdünnte Chromsäure, Alkohol und viele andere Reagentien, dunkle Körnchen sich niederschlagen, weshalb auch die Kerne so häufig granulirt zur Anschauung kommen. Bezeichnend ist, dass der Kernsaft offenbar beim Wachsthume und den Umwandlungen der Zellen viel weniger Umwandlungen erleidet als der Zellsaft, doch scheint derselbe in gewissen Fällen in eine mehr wässerige Flüssigkeit sich umzubilden, wie in den Kernen reifer Eier, den Keimbläschen, andere Male, jedoch nur selten, in festere Bildungen überzugehen. Als solche sind die vielen Keimflecken der Eier gewisser Thiere (Fische, Amphibien) und die von *Leydig* in Fettzellen von *Piscicola* beobachteten Körperchen zu bezeichnen, zu denen vielleicht auch von mir in den Keimbläschen gewisser Fische gesehene bald nadel-, bald fadenförmige Bildungen gehören. In chemischer Beziehung ist von den Kernhüllen noch das zu sagen, dass dieselben stickstoffhaltig sind und im Allgemeinen von dem die jüngern Zellenhüllen bildenden Stoff nicht gerade bedeutend abweichen; doch lösen sich dieselben in Alkalien langsamer und werden von verdünnter Essigsäure und Mineralsäuren nur wenig angegriffen, ausser dass sie etwas schrumpfen und auch in gewissen Fällen (Eiterzellen, farblose Blutzellen) Einkerbungen verschiedener Art erhalten, so dass wie Theilungszustände entstehen. Durch ihr Verhalten gegen Säuren nähern sie sich dem elastischen Gewebe, von dem sie jedoch durch ihre leichte Löslichkeit in Alkalien ganz wesentlich sich unterscheiden.

Kerne finden sich nach meinen Beobachtungen durchaus in allen Zellen von Embryonen und Erwachsenen, so lange dieselben noch jung sind. Gewöhnlich enthält jede Zelle nur Einen Kern, ausser wenn sie sich vermehrt; in diesem Falle treten aber, je nach der Zahl der entstehenden Zellen, zwei oder mehr Kerne auf. In gewissen Zellen finden sich zahlreichere Kerne, so in denen des Samens 4, 10 bis 20 und darüber, ebenso in denen des *Ependyma* des Rückenmarkscanals, der Nebennieren, der *Hypophysis*, in gewissen Zellen der Milz und Leber von Embryonen, den fötalen Knochenmarkzellen und andern. Früher nahm man in manchen Geweben auch freie Kerne an, genauere Untersuchungen haben aber dieses Vorkommniss immer mehr und schliesslich so beschränkt, dass jetzt mit Recht vermuthet werden darf, dass solche vielleicht gar nirgends sich finden. Sollten aber auch irgendwo wirklich freie Kerne sich nachweisen lassen, so wäre beim jetzigen Stande der Dinge doch kaum etwas anderes anzunehmen, als dass dieselben von untergegangenen Zellen herrühren.

Die Kernkörperchen, *Nucleoli*, sind runde, scharfbegrenzte, meist dunkle, Fettkörnern ähnliche Körper, die im Mittel 2—3 μ messen, manchmal fast unmessbar klein sind und in Embryonen, dann in den Keimbläschen der Eier als Keimflecken und in den Ganglienzellen 6—22 μ betragen. Wahrscheinlich sind dieselben überall Bläschen, wie ihre stets scharf umschriebene Gestalt, ihre Aehnlichkeit mit den oben erwähnten Elementarbläschen, dann aber auch der Umstand vermuthen lässt, dass in gewissen Zellen, vor Allem in Eiern und Ganglienkugeln, häufig eine mit heller Flüssigkeit gefüllte grössere oder kleinere Höhlung (*Nucleolulus* der Autoren) in ihnen sich entwickelt. Die chemische Zusammensetzung der *Nucleoli* ist unbekannt. Ihr äusseres Ansehen, ihre Aehnlichkeit mit den Elementarbläschen, ihr Verschwinden in kaustischen Alkalien und ihre Unlöslichkeit in Essigsäure sprechen für Fett, die Hüllen könnten, wie bei den Elementarbläschen, ein Eiweisskörper sein. — Kernkörperchen finden sich in der grossen Mehrzahl der Kerne, so lange diese noch jung sind, in vielen, so lange sie bestehen, doch gibt es auch Kerne, in denen Kernkörperchen nicht mit Bestimmtheit sich erkennen lassen oder wenigstens erst in spätern Zeiten deutlich werden und es kann daher vorläufig der *Nucleolus* nicht so unbedingt wie der Kern als wesentlicher Bestandtheil der Zelle angesehen werden. Gewöhnlich enthält ein Kern nur Einen mittleren *Nucleolus*, häufig sind zwei, selten drei und in ganz vereinzelten Fällen vier, fünf und noch mehr derselben vorhanden, die dann entweder wandständig oder frei im Kerne liegen.

Mit Bezug auf den Zelleninhalt ist besonders auch der Aufsatz von *M. Schultze* von Interesse (l. i. c.). Dass der Inhalt der Zellen meist eine mehr weniger zähflüssige Beschaffenheit besitzt, der chemischen Zusammensetzung nach wesentlich auch Eiweiss führt, und wahrscheinlich bei allen jungen Zellen, bei vielen auch später, zusammenziehungsfähig ist, wurde von mir schon in der 3. Auflage dieses Werkes hervorgehoben. Ebenso habe ich auch schon früher auf die Uebereinstimmung der Zellenbewegung *in toto* mit der thierischen und pflanzlichen Saftströmung und den Bewegungen des Zelleninhaltes überhaupt hingewiesen. Ich stimme jetzt mit *Sch.* überein, dass der stickstoffreiche, mehr zähe und bewegungsfähige Zellsaft der jungen und mancher ältern Zellen verdient mehr betont und von andern Zellflüssigkeiten schärfer geschieden zu werden. *Sch.* nennt denselben mit *Mohl* und *Remak Protoplasma*, ich heisse ihn *Cytoplasma*, um gleich bestimmt anzudeuten, dass für mich die Zelle der typische Elementartheil auch des thierischen Körpers ist.

Nach *Leydig* ist in gewissen Zellen (Linsenfasern von Fröschen, Eier der Ratte und von *Synapta*, Ganglienzellen von *Hirudo*) das Kernkörperchen ein verdickter Theil der Kernhülle.

Ueber die Art und Weise der Bildung der sogenannten *Ascherson*'schen Bläschen vergleiche man *v. Wittich* (*De hymenogonia albuminis, Regiomontii* 1850), *Harting* (*Ned. Lancet. Sept.* 1851), *Panum* (Arch. f. path. Anat. IV. 2) und *M. Traube* (Experimente zur Theorie der Zellenbildung in Med. Centralz. 1864, Nr. 39).

§. 8.

Bildung der Zellen. Mit Bezug auf die Bildung der Zellen unterschied man früher mit *Schwann* zwischen der freien Entstehung derselben und ihrer Erzeugung durch Vermittelung anderer Zellen. Bei der erstern liess man die Zellen unabhängig von den andern in einer gestaltungsfähigen Flüssigkeit, *Cytoblastema Schleiden* (von κύτος, Bläschen und βλάστημα, Keimstoff), um freie Kerne entstehen, während bei der andern schon vorhandene Zellen als Ausgangspunct der neuen Bildungen angesehen wurden. Nun haben aber mit Bezug auf die freie Zellenbildung schon die Untersuchungen der unmittelbar auf *Schwann* folgende Periode stark an dem kunstvoll aufgeführten Gebäude gerüttelt, bis endlich in unsern Tagen, namentlich durch die Bemühungen von *Virchow*, auch die letzte Stütze desselben

zusammenbrach, so dass nun die Vermehrung der Zellen von sich aus als die einzig vorkommende anzusehen ist.

Schwann betrachtet bei den Thieren in geradem Gegensatze zu den Pflanzen die freie Zellenbildung als die häufigere, diejenige durch Vermittelung anderer Zellen mehr als Ausnahme, welche Anschauung von den unmittelbaren Nachfolgern desselben getheilt wurde und vor Allem auch in den embryologischen Forschungen *C. Vogt's* über den *Alytes obstetricans* (1841) und den *Coregonus palea* (1842) ihre Stütze fand, denen zufolge alle Zellen, die in die bleibenden Gewebe übergehen, aus den Trümmern der Furchungskugeln durch freie Zellenbildung neu entstehen; doch hatte *Reichert* schon im Jahre 1840 (Entw. im Wirbelthierr. nam. p. 155) erklärt, dass er bei Embryonen nirgends ein Cytoblastem finde und auch *Bergmann* die Bedeutung der Furchung für die Zellenbildung nachgewiesen (*Müll.* Arch. 1841. p. 89). Im Jahre 1844 geschah dann durch mich der erste entschiedene Angriff gegen die freie Zellenbildung (Entw. der Cephalopoden p. 111 u. f.), indem ich zeigte, dass bei Embryonen alle Zellen von den Furchungskugeln abstammen, und hierauf gestützt auch für Erwachsene die freie Zellenbildung gänzlich läugnete und den Satz aufstellte, dass alle Zellen derselben directe Abkömmlinge der Furchungskugeln seien, und dass auch alle andern Elementartheile aus solchen sich aufbauen (l. c. p. 129 u. 140). Allein die Thatsachen waren noch nicht so weit, dass ein solcher Ausspruch auf die Dauer sich hätte halten lassen und so wurde ich später, da ich nicht auf dem Standpuncte der Naturphilosophie mich befand, welche *a priori* die ununterbrochene Erbfolge der organischen Elemente vertheidigte, namentlich mit Rücksicht auf die pathologische Zellenbildung im Eiter und in Exsudaten veranlasst, eine freie Bildung der Zellen für gewisse Fälle zuzugeben (Handb. 1. Aufl. p. 15), in welcher Beziehung auch die Mehrzahl der andern Histiologen sich einverstanden zeigte. Erst in der neuesten Zeit trat nun in dieser Angelegenheit ein Wendepunct ein, jedoch weniger durch *Remak*, obschon er im Jahre 1852 (*Müll.* Arch. 1852) die freie Zellenbildung ganz läugnete, indem dieser Autor, dessen embryologische Nachweise übrigens die grösste Anerkennung verdienen, für seinen Ausspruch keine andern Gründe vorbrachte als die, welche auch *Reichert* und *ich* der Entwickelungsgeschichte entnommen hatten, als durch *Virchow*. Die merkwürdigen Entdeckungen dieses Forschers über die Betheiligung der Bindegewebskörperchen an den pathologischen Zellenbildungen und der von ihm mit grösserer Bestimmtheit als früher durch *Rathke* gegebene Nachweis, dass auch das Knorpel- und Knochenmark und die Periostablagerungen der Knochen, Bildungen, die bisher als eine wesentliche Stütze der freien Zellenbildung galten, ohne eine solche entstehen, diese Thatsachen vor Allem waren es die der alten Lehre den Todesstoss versetzten. Ich zeigte dann noch, dass auch in der Milz, den Lymphdrüsen und *Peyer*'schen Follikeln und wahrscheinlich auch im Chylus keine freie Zellenbildung vorkömmt (Würzb. Verh. VII. p. 192 und Zeitschrift f. wiss. Zool. VII. p. 182), so dass ich, da ich auch für die Bildung des Knorpelmarks und die Periostablagerungen der Knochen *Virchow's* Angaben bestätigen konnte, Grund genug zu haben glaubte, die alte *Schwann*'sche Lehre zum zweiten Male und diessmal für immer zu verlassen, wie diess in der 4. Auflage dieses Werkes geschah. — Nichtsdestoweniger will ich nicht unerwähnt lassen, dass es immer noch Forscher gibt, welche, wenn sie auch nicht gerade der freien Zellenbildung das Wort reden, doch die Annahme einer solchen durchaus nicht für widerlegt erachten, wie namentlich *Henle* (Jahresb. von 1858 und 1859), sowie andere, die wie *Robin* dieselbe entschieden vertheidigen (*Journal de l'Anatomie et de la phys. Vol.* 1, 1864). In neuester Zeit hat auch *Weismann* sehr bemerkenswerthe Beobachtungen veröffentlicht (Die Entw. d. Dipteren, Leipzig 1864 und Zeitschr. f. w. Zool., Bd. 13 und 14), welche für das Vorkommen einer freien Zellenbildung zu sprechen scheinen. Als solche sind zu nennen einmal die Art und Weise, wie die ersten Zellen im befruchteten Insectenei auftreten. In einem den Dotter umhüllenden Blasteme entstehen unabhängig von dem geschwundenen Keimbläschen ringsherum Kerne, welche dann später ein Zerfallen des Blastemes in einzelne Haufen bedingen, die die ersten Zellen des Embryo darstellen. Man könnte daran denken, sagt *W.*, diese Zellenbildung der endogenen Zellenbildung unterzuordnen, indem man das ganze Ei als Zelle betrachte (l. c. pg. 241), allein diess gehe desswegen nicht, weil das Insectenei nicht Aequivalent Einer Zelle sei, sondern durch die Verschmelzung mehrerer Zellen entstehe (*Stein*, *Lubbock*, *Weismann*). Mit dieser Auffassung kann ich jedoch nicht einver-

standen sein und sehe ich keinen Grund ein, eine Zellenbildung in oder aus einem Körper, der durch die Verschmelzung mehrerer Zellen entstanden ist, eine freie Zellenbildung zu nennen. Ich sehe vielmehr in der ersten Entwickelung des Insecteneies nur einen besonderen Fall der Entstehung von Zellen durch Vermittlung anderer und hängt vielleicht das Eigenthümliche, das die Bildung der ersten Embryonalzellen gegenüber andern Eiern hier zeigt, gerade davon ab, dass hier das Ei vielen Zellen gleichwerthig ist und somit nach dem Schwinden des Keimbläschens statt Eines neuen Kernes gleich Viele entstehen.

Viel schwieriger zu deuten sind die Beobachtungen *Weismann's* über den vollständigen Zerfall gewisser Gewebe und Organe der Insectenlarven und die Bildung neuer Elemente aus dem Detritus der früheren während der Puppenzeit. Nach *W.* zerfallen bei der Einpuppung viele Gewebe der Larven, wie der Fettkörper, die Muskeln und die Hypodermis der vorderen Segmente, die zelligen Wände des Schlundkopfes und Oesophagus ganz in einen flüssigen Detritus, in welchem weder Zellen noch Kerne sich erkennen lassen und aus diesem zum Theil mit dem Blut gemengten Bildungsmateriale entwickeln sich dann nach und nach neue Zellen, aus denen die Muskeln und der Fettkörper der fertigen Insecten, die peripherischen Nerven, die Tracheen u. s. w. hervorgehen. Hier ist es nach *W.* kaum anders möglich, als eine freie Zellenbildung anzunehmen. Wenn man jedoch erwägt, dass *W.* selbst in dieser Beziehung von Zweifeln nicht ganz frei ist, so wie dass er der Ansicht ist, dass in gewissen Fällen wenigstens die Kerne der früheren Zellen sich erhalten und den Anstoss zur Bildung neuer Elemente geben, so möchte es doch gerathen sein, in dieser Angelegenheit für einmal noch keine bestimmte Schlussfolgerung zu wagen und weitere Erfahrungen abzuwarten.

Noch bemerke ich, dass die Verneinung des Vorkommens einer freien Zellenbildung bei den Thieren nicht nothwendig dazu führt, eine *Generatio originaria* überhaupt zu läugnen. Wie *C. Nägeli*, so halte auch *ich* die Unmöglichkeit einer noch jetzt vorkommenden Urzeugung für nicht dargethan.

§. 9.

Die Vermehrung der Zellen geschieht wesentlich überall in derselben Weise, doch ist ihre äussere Erscheinung etwas verschieden, je nachdem dieselbe an Protoblasten oder an Zellen mit zarten Zellmembranen, oder an solchen mit dickeren Hüllen auftritt. Im erstern Falle findet sich eine einfache Theilung der Zellen *in toto*, während im letztern nur das Cytoplasma sich abschnürt ohne Mitbetheiligung der Zellmembran, welche sodann als sogenannte Mutterzelle die junge Brut umhüllt. Diese zweite Form kann als endogene Zellentheilung von der ersteren abgezweigt werden.

§. 10.

Die einfache Vermehrung der Zellen durch Theilung findet sich bei allen Protoblasten und ausserdem auch bei gewissen Zellen mit zarten Hüllen. Leicht zu beobachten ist dieser Vorgang an freien in Flüssigkeit enthaltenen Zellen, wie bei den farblosen Blutzellen von Säugern, Vögeln und Amphibien und bei den rothen Blutzellen der Embryonen von Säugern und Vögeln. Hier sieht man in länglich werdenden Zellen aus dem ursprünglich einfachen Kerne, allem Anscheine nach ebenfalls durch Theilung, zwei sich bilden, dann die Zellen in der Mitte sich einschnüren, um die auseinandergerückten Kerne sich immer mehr zusammenziehen und schliesslich in zwei zerfallen, von denen jede ihren Kern enthält. Bei Embryonen von Hühnern, Säugethieren und vom Menschen findet man nach den Erfahrungen von *Remak* und mir die rothen Blutzellen in allen denkbaren Stadien dieses Zerfallens

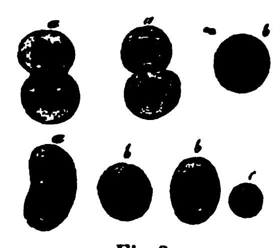


Fig. 2.

Fig. 2. Blutkügelchen eines Schafembryo von 6,6 mm. *a*) Zwei- und dreikernige grosse gefärbte Blutzellen in verschiedenen Stadien der Theilung, *b*) grössere runde gefärbte Blutzellen, eine mit sich theilendem Kerne, *c*) eine kleinere solche Vergr. 300.

mit 1, 2, 3—4 Kernen und mehr weniger eingeschnürt bis zur gänzlichen Trennung in 2, 3—4 anfangs noch dicht beisammen liegende Zellen, so dass über das wirkliche Vorkommen dieser Art der Zellenvermehrung nicht die geringsten Zweifel obwalten können. Ausserdem habe ich nun auch noch Zellentheilung nachgewiesen an den Elementen der Milzbläschen, der Milzpulpe, der Lymphdrüsen, der *Peyer*'schen Follikel so wie an den Markzellen der wachsenden Knochen und gewissen Drüsensaftzellen wie denen des Sperma's (siehe die Figur bei der Entwickelung der Samenfäden).

In festen Zellengeweben hält es viel schwerer die Vorgänge der einfachen Zellentheilung mit Bestimmtheit nachzuweisen. Ich nehme überall eine solche Zellenbildung an, wo einerseits eine Vermehrung der Zellen an Zahl nachgewiesen ist und andererseits jede sichere Spur einer endogenen Erzeugung fehlt, somit bei allen embryonalen Zellengeweben mit Ausnahme der Knorpel und beim Erwachsenen bei der ganzen Gruppe des Horngewebes. Dass in diesen Geweben keine freie Zellenbildung sich findet, ist über jeden Zweifel erhaben, indem man in denselben immer und ohne Ausnahme nur Zellen, nie freie Kerne antrifft; dagegen kann es als fraglich erscheinen, ob die Zellen durch Theilung oder endogene Zellenbildung sich vermehren. Der Umstand, dass man, so häufig auch, namentlich in embryonalen Zellengeweben, Zellen mit mehrfachen Kernen sind, doch nie Mutterzellen mit Tochterzellen sieht, bringt mich wie *Remak* zur Ueberzeugung, dass die Zellenvermehrung hier durch Theilung vor sich geht, doch gebe ich zu, dass bei erwachsenen Geschöpfen die Thatsachen, die mit Bestimmtheit für diesen Vorgang sprechen, noch mehr spärlich sind. Als solche sind zu nennen die Beobachtungen über eingeschnürte Zellen mit zwei und mehr Kernen. So zeigen sich bei jungen Säugethieren die Ganglienzellen nicht selten mehr weniger getheilt, ja selbst nur durch eine schmale Brücke verbunden (m. mikroskopische Anat. II. p. 535), ebenso findet man die Flimmerepithelzellen, die Darmcylinder und Bildungszellen des Elfenbeins mit zwei, erstere selbst mit drei hintereinanderliegenden Ausbuchtungen, jede mit einem Kern. Bei Larven von Fröschen dagegen sind, wie *Remak* mit Recht anführt, eingeschnürte Zellen eine gewöhnliche Erscheinung — nach ihm theilen sich hier sogar quergestreifte Muskelzellen — und halte ich diese Embryonen mit für das beste Object, um sich von der weiten Verbreitung der einfachen Zellentheilung zu überzeugen.

Ueber die Art dieser Theilung in zusammenhängenden Geweben sei noch bemerkt, dass dieselbe sowohl in der **Längs-** als in der **Querrichtung** geschieht: im ersten Falle wächst eine Zellenlage in die Fläche, im letztern in die Dicke. In der Regel theilen sich die Zellen in zwei, doch will *Remak* gefunden haben, dass bei Froschlarven manche Zellen, selbst die Epithelcylinder des Darmes, nachdem immer zuerst ihr Kern sich vermehrt hat, unmittelbar in mehrere, selbst 5—6 neue Zellen auseinandergehen.

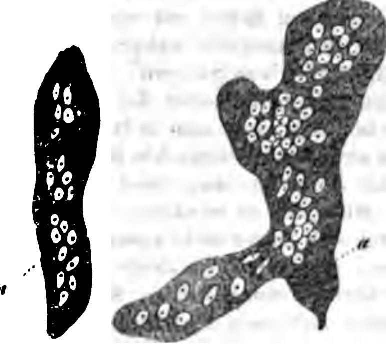


Fig. 3.

Ausser der gewöhnlichen Theilung der Zellen scheint nun auch noch eine **Zellenvermehrung durch Knospenbildung** vorzukommen, doch sind mit Bezug auf diesen Vorgang die verschiedenen Beobachter noch nicht ganz im Klaren und genügt es hier auf die Erfahrungen von *Meissner* (Zeitschrift für wiss. Zool. V.), *Nelson*, *Claparède* (*de la formation et de la fécondation des oeufs*

Fig. 3. *a*. Eigenthümliche granulirte Zellen mit vielen Kernen aus den jüngsten Markräumen der platten Schädelknochen des Menschen, 350mal vergr.

chez les nématodes. Genève 1859) über die Ei- und Samenzellenbildung bei Entozoen zu verweisen.

Mit der Zellentheilung, und vielleicht besonders mit der zuletzt erwähnten Form derselben, stehen, wie schliesslich noch bemerkt werden kann, auch gewisse Zellen mit mehrfachen oder vielen Kernen und oft wunderlichen Formen möglicherweise im Zusammenhang, so namentlich die von *Robin* und *mir* beschriebenen Elemente aus dem Knochenmark (Fig. 3) und die von *Fahrner* und *mir* im Leberblute von Embryonen gesehenen Zellen, die später auch *Remak* aus der Leber von Embryonen beschrieb, als deren eigentliche Stätte sich mir neulich die Milz ergab. Mit *Remak* halte auch ich es für wahrscheinlich, dass diese Zellen später in zahlreiche kleinere einkernige Zellen zerfallen, in welchem Falle dieselben dann am meisten an gewisse Formen sich theilender Blutzellen mit 3 und 4 Kernen sich anreihen würden.

Schwann wusste von einer Zellentheilung nichts. Der Erste, der eine solche an Blutkörperchen von Embryonen sah, ist *Remak* (Med. Vereinsz. 1841. Nr. 47), dessen Erfahrungen dann von *mir* (*Wiegm.* Arch. 13. Bd. I. p. 19, und Zeitschr. f. rat. Med. 1845) und *Fahrner* bestätigt wurden. Das Verdienst, die Zellentheilung (in weiterem Sinne) als einzige Form der Zellenvermehrung aufgestellt zu haben, gebührt *Remak* (*Müll.* Arch. 1852), doch erlaube ich mir zu bemerken, dass ich schon im Jahre 1844 (Entw. d. Cephalop.) die Abhängigkeit der Furchung von den Theilungen der in den Furchungskugeln eingeschlossenen Kerne als allgemeine Erscheinung nachgewiesen und mit der Zellenvermehrung in Zusammenhang gebracht hatte, obschon ich die Furchungsabschnitte nur für Vorläufer von Zellen hielt.

§. 11.

Als **endogene Zellentheilung** bezeichne ich die Fälle, in denen Zellen mit festeren Membranen neue Zellen in sich erzeugen. Hierher gehört von physiologischen Verhältnissen vor Allem die **Furchung** und dann auch die Vermehrung der **Knorpelzellen**.

Die **Furchung** ist ein eigenthümlicher Vorgang, der zur Zeit der ersten Entwickelung in den Eiern der meisten Thiere sich findet, als Einleitung zur Bildung der ersten Zellen des Embryo anzusehen ist und, weil das Ei die Bedeutung einer einfachen Zelle hat, unter den Begriff der endogenen Zellentheilung fällt. Die Furchung beruht im Wesentlichen auf Folgendem. Nachdem der ursprüngliche Kern der Eizelle, das Keimbläschen, mit der Befruchtung verschwunden ist, bilden die Körner

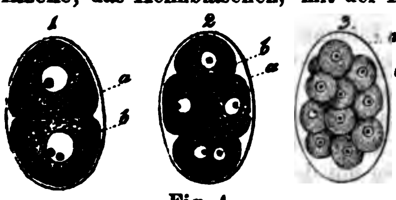


Fig. 4.

des Dotters nicht mehr einen dichten Haufen wie früher, sondern zerstreuen sich und erfüllen die ganze Eizelle. Dann entsteht als erstes Zeichen der beginnenden Entwickelung mitten im Dotter ein neuer Kern mit *Nucleolus*, der erste Kern des Embryo, der als Anziehungspunct auf den Dotter einwirkt und denselben wieder zu einem kugeligen Haufen, der ersten Furchungskugel, vereinigt. In weiterer Entwickelung bilden sich aus dem ersten Kerne zwei neue, die sich etwas von einander entfernen, als neue Mittelpuncte auf die Dottermasse einwirken und so die erste Furchungskugel in zwei zerfällen. In gleicher Weise geht dann die Vermehrung der Kerne und der Furchungskugeln und zwar die erstere immer voranschreitend fort, bis eine sehr grosse Zahl von kleinen Kugeln gebildet ist, die den ganzen Raum der Dotterzelle erfüllen; nur ausnahmsweise zer-

Fig. 4. Drei Eier von *Ascaris nigrovenosa*, 1. aus dem zweiten, 2. aus dem dritten und 3. aus dem fünften Stadium der Furchung mit 2, 4 und 16 Furchungskugeln; *a*) äussere Eihülle, *b*) Furchungskugeln. In 1 enthält der Kern der untern Kugel zwei *Nucleoli*, in 2 die unterste Kugel zwei *Nuclei*.

fallen die Kugeln erst, wenn die Kerne sich bis auf 3 oder 4 vermehrt haben, so dass dann aus jeder derselben statt 2 unmittelbar 3 oder 4 Kugeln werden. Diesen Vorgang nennt man die totale Furchung, weil hier der ganze Dotter um die neugebildeten Kerne sich anlegt; die partielle Furchung stimmt dem Wesen nach mit ihr vollkommen überein und ist nur dadurch verschieden, dass bei ihr nicht aller Dotter, sondern je nach den verschiedenen Thieren ein kleinerer oder grösserer Theil desselben die entstehenden Kerne umhüllt.

Hat der Furchungsprocess ein gewisses Stadium erreicht, so erhalten die Furchungskugeln, deren Begrenzung anfangs wenigstens nicht bestimmt nachweisbar häutig ist, alle auf einmal oder lagenweise deutliche Membranen und werden entschieden zu Zellen, woraus sich eben die Berechtigung ergibt, diesen Vorgang der endogenen Zellentheilung unterzuordnen. Diese Betrachtungsweise ist um so mehr gerechtfertigt, als auch die aus der Umwandlung der Furchungskugeln entstandenen Zellen noch lange fort durch einfache Theilung sich vermehren, und kann man auch den gesammten Furchungsprocess als eine Art endogener Zellentheilung ansehen, bei der es wegen der Schnelligkeit, mit der die Kerne sich vermehren, bei den ersten Generationen von Dotterabschnitten nicht zur Bildung von deutlichen Membranen kommt.

Verwickelter sind die Erscheinungen bei den Knorpelzellen, indem hier die Tochterzellen meist sofort festere Membranen erhalten. Wenn Knorpelzellen sich vermehren, so ist das Erste, was man bemerkt, eine Theilung der Kerne in zwei, dann weichen die Kerne auseinander und zieht sich das *Cytoplasma* der Mutterzelle nach und nach um die zwei Kerne zusammen, bis dasselbe am Ende in zwei vollkommen getrennte Massen zerfällt, von denen jede einen Kern und die eine Hälfte des Inhaltes der Mutterzelle umfasst. Die weitere Entwickelung ist nun die, dass später jedes dieser Theilungsstücke, die anfänglich nur die Natur von hüllenlosen Protoblasten haben, mit einer besonderen Membran sich umgiebt und zu einer wirklichen Zelle wird, welche Zellen jedoch in der Regel nicht als scharf begrenzte Bildungen erscheinen, indem ihre Membranen sowohl unter sich als mit derjenigen ihrer Mutterzelle verschmelzen, wie es das Schema Fig. 5 darstellt.

Fig. 5.

Diese Theilung des Zelleninhaltes nun wiederholt sich in der Regel mit grosser Gesetzmässigkeit viele Male hintereinander in der Weise, dass immer die Tochterzellen nach ihrer Bildung zuerst wieder äussere Membranen oder Knorpelkapseln ausscheiden, die mit derjenigen ihrer Mutterzelle sich vereinigen und zugleich untereinander zu einer mittleren Scheidewand verschmelzen, worauf sie dann von Neuem sich theilen. Hierbei bestehen gewöhnlich die Knorpelkapseln der Mutterzellen noch einige Zeit fort, verschwinden dann aber später als histiologisch gesonderte Gebilde und verschmelzen mit der die Knorpelzellen verbindenden Grundsubstanz. Doch geschieht es auch hie und da, namentlich in den Rippenknorpeln und in pathologischen Gelenkknorpeln, dass die Mutterzellen lange Zeit bestehen und mit vielen Generationen von Tochterzellen sich füllen, die entweder noch von secundären und tertiären Kapseln umhüllt sind, oder als ein dichter Haufen die grosse Kapsel erfüllen (Fig. 6).

Fig. 5. Knorpelzellen einer älteren Froschlarve, halbschematische Figur. 1. Eine Mutterzelle, deren Inhalt in der Theilung begriffen ist, *a.* dicke Membran derselben oder Knorpelkapsel; *b.* Zelleninhalt mit dem Kern; *c.* Stelle wo derselbe eingeschnürt ist (nicht beobachtet). 2. Eine Mutterzelle mit zwei Generationen; *d.* Zellmembran der Mutterzelle; *e.* Zellmembran der Knorpelkapseln oder der secundären Mutterzellen, die bei *f.* eine doppelte Scheidewand durch die Hauptmutterzelle bilden; *g g'* Tochterzellen.

Die Art und Weise wie die **K e r n e** bei den zwei Formen der Zellenvermehrung sich vervielfältigen, ist schwer genau zu ermitteln, doch ist so viel sicher, dass, wo eine bestimmte Beobachtung möglich ist, immer zuerst die Kernkörperchen durch Theilung in zwei zerfallen und dann etwas auseinanderrücken. In den zugleich hiermit länglich gewordenen Kernen erscheint dann als erste Spur ihrer Theilung in der Regel eine mittlere Scheidewand, und dann treten zwei halbkugelförmige, dicht beisammenliegende Kerne auf, ohne dass es gelingt, die Art und Weise der Vermehrung bestimmt zu verfolgen. In einigen Fällen lässt sich jedoch unzweifelhaft sehen, dass die **V e r m e h r u n g d e r K e r n e d u r c h T h e i l u n g** statt hat, so dass ein länglicher Mutterkern mit zwei Kernkörperchen durch eine immer tiefer greifende mittlere Einschnürung schliesslich in zwei zerfällt und wird es so wahrscheinlich, dass wie bei den Zellen so auch bei den Kernen diese Vermehrungsweise die einzige ist. ***Remak*** und ***ich*** selbst glaubten zwar früher auch eine endogene Vermehrung von Kernen, so dass im Innern eines Mutterkernes zwei neue entstehen, vertreten zu können, da ich jedoch in neuerer Zeit, wo sich eine bestimmte Beobachtung anstellen liess, nur eine Theilung wahrgenommen habe, so ist mir wie ***Remak*** diese Art der Kernvermehrung so zweifelhaft geworden, dass ich dieselbe nicht mehr als bewiesen hinstellen mag.

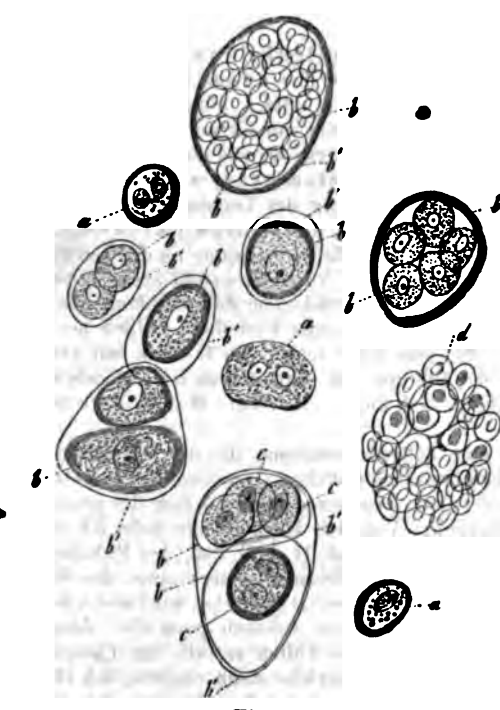


Fig. 6.

An die gewöhnliche Kerntheilung schliesst sich als Unterart die **V e r m e h r u n g d e r s e l b e n d u r c h g l e i c h z e i t i g e B i l d u n g v i e l e r s i c h a b s c h n ü r e n d e r S p r o s s e n** an, die ich beobachtete (Würzb. Verh. VII p. 188), eine Erfahrung, die ***Virchow*** bei einem Pigmentkrebse zu bestätigen Gelegenheit hatte (Arch. XI. p. 90). Diese Beobachtungen werfen ein Licht auf gewisse eigenthümliche Verhältnisse, wie das Vorkommen eines Kernes in den reifen Samenfädencysten der Frösche (Zeitschr. für wiss. Zool. VII. p. 267.

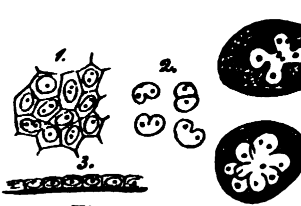


Fig. 7. Fig. 8.

Fig. 6. Knorpelzellen aus einem faserigen, sammtartigen Gelenkknorpel der *Condyli ossis femoris* des Menschen, 350mal vergr., alle in faseriger Grundsubstanz liegend und leicht sich isolirend. *a*. Einfache Zellen mit oder ohne verdickte Wand, einem oder zwei Kernen; *b*. Tochterzellen oder Zellen der ersten Generation mit 1 oder 2 Kernen, zu einer, zweien, fünfen und vielen in Mutterzellen *b'*; *c*. Zellen der zweiten Generation zu 1—3 in Zellen der ersten; *d*. freigewordene Gruppe von Tochterzellen.

Fig. 7. Epithel der *Vaginalis propria* 1. von der Fläche, 2. Kerne der Zellen, 3. Seitenansicht, 350mal vergr. vom Menschen.

Fig. 8. Grosse Zellen aus der Milz eines Kätzchens mit sprossenden Kernen, 350mal vergr.

Taf. XIII. Fig. 5), und erklären vielleicht auch die Anwesenheit eines Kernes in Mutterzellen, die Tochterzellen einschliessen, wie es wenigstens von pathologischen Bildungen angegeben wird.

Ob die bisher angenommene freie endogene Zellenbildung, wie sie z. B. *Meissner* von den Samenelementen von *Mermis* beschreibt (l. s. c.) und wie ich sie bei der Embryonalentwickelung von *Ascaris dentata* annehmen zu dürfen glaubte (*Müll.* Arch. 1843), weil hier in den ersten Stadien statt Furchungskugeln nur Kerne sich bilden, auch ferner wird gehalten werden können, muss die Zukunft lehren. So viel steht fest, dass eine endogene Zellenbildung vorkommt, bei welcher nur ein bestimmter, oft sehr kleiner Theil des Inhaltes der Mutterzelle zur Bildung der Tochterzellen verwendet wird. Ein solcher Vorgang findet sich entschieden bei der partiellen Furchung, bei welcher ein oft grosser Theil des Zelleninhaltes des Eies oder des Dotters an der Entwickelung der Embryonalanlage keinen directen Antheil nimmt. Ausserdem steht auch die pathologische Histiologie mit *Virchow's* Autorität für eine endogene Zellenbildung ein, die nicht den ganzen Inhalt einer Zelle betrifft, deren genaueres Verhalten freilich noch zu prüfen ist (Beitr. z. spec. Pathol. 1854. p. 329), und lehrt ferner die Botanik mit grosser Einmüthigkeit, dass im Embryosacke bei der Bildung der sogenannten Keimbläschen, so wie der Endospermzellen eine freie Zellenbildung sich findet. (M. vergl. *Hofmeister* in den Leipz. Sitzungsb. 1857.)

In pathologischen Fällen findet sich eine Zellenvermehrung, die der Furchung sehr nahe zu stehen scheint und zwar in den Bindegewebskörperchen, gewissen Epithelialzellen und in den quergestreiften Muskelzellen in der Art, dass der ganze oder fast der ganze Inhalt dieser Zellen in kernhaltige Zellen übergeht. Von den Muskelfasern habe ich selbst beobachtet, dass beim Menschen beim Krebs (s. Mikr. Anat. II. 1. S. 260), bei Fröschen im Winter (Zeitschr. f. wiss. Zool. VIII) der ganze contractile Inhalt durch einen das Sarcolemma ganz erfüllenden Haufen kleiner rundlicher Zellen ersetzt gefunden wird und von den erstgenannten zwei Zellenformen wird von verschiedenen Autoren gemeldet, dass sie Schleim und Eiterzellen in sich erzeugen. In allen diesen Fällen zerfällt das *Cytoplasma* unter Einwirkung von Kernen in rundliche *Protoblasten*, welche dann nachträglich Hüllen erhalten können. In den Bindegewebskörperchen könnte ein solcher Vorgang Schritt für Schritt von voranschreitender Vermehrung des ursprünglichen Kernes sich machen ganz nach Art der Furchung, bei den Muskelzellen dagegen würden die schon vorhandenen Kerne unmittelbar zu dieser Tochterzellenbildung verwerthet werden können und liesse sich der Vorgang am nächsten an die oben erwähnte freie endogene Zellenbildung anreihen unter der Voraussetzung, dass das *Sarcolemma* einer Zellenhülle gleichwerthig ist.

§. 12.

Theorie der Zellenbildung. Wenn wir den wesentlichen Vorgängen bei der Zellenbildung nachforschen, so ist nicht zu verkennen, dass der Kern bei derselben eine Hauptrolle spielt. Niemals theilt sich eine Zelle, sei es frei oder im Innern einer secundären Zellhülle, bevor der Zellenkern sich vermehrt hat und stets ist auch die Zahl der Zellen, die aus einer Mutterzelle sich bilden, der Zahl der in der letztern entstandenen Kerne entsprechend. Es wird daher auch jede Erklärung der Vorgänge bei der Zellenbildung, oder mit andern Worten, bei der Theilung der Zellen — denn nur diese kann nach dem jetzigen Stande der Dinge als wirklich nachgewiesen angesehen werden — von den Kernen auszugehen und vor Allem aufzudecken haben, wie dieselben auf den Inhalt und die Hüllen der Zellen einwirken.

Zergliedern wir nun, um diese Verhältnisse der Erkenntniss möglichst nahe zu bringen, was nach der Theilung eines Kernes in zwei mit der Zelle vorgeht, so lehren uns namentlich die Furchungskugeln und dann auch frei sich theilende Zellen, wie Blutzellen, Lymphkörperchen u. a. m., dass das erste Zeichen der beginnenden Theilung die Bildung einer mittleren Einschnürung ist, deren Stellung immer genau der Richtung der Theilungslinie der Kerne entspricht, in der Art, dass, wenn die

Kerne in der Richtung der Längsaxe einer Zelle sich gespalten haben, auch diese der Länge nach sich theilt, während im entgegengesetzten Falle eine Trennung der Quere nach eintritt. Ist die erste Einschnürung oder Trennungsfurche einmal gebildet, so ziehen sich dann beide Zellenhälften immer mehr wie um ihre Kerne zusammen, die Furche wird immer tiefer, bis am Ende das zuletzt noch übrige schmale Verbindungsstück auch sich trennt. Nicht ausser Acht zu lassen ist, dass dem ganzen Vorgange in vielen Fällen eine Vergrösserung der betreffenden Zellen sammt ihren Kernen in der Längs- oder in der Querrichtung vorausgeht, doch würde man sehr irren, wenn man glauben wollte, dass diese Vergrösserung ein durchaus nothwendiger Vorläufer der Theilung sei, indem an gewissen Orten, wie namentlich bei der Furchung, Zellen sich theilen, ohne in ihren Grössenverhältnissen irgend eine Veränderung erlitten zu haben.

Etwas anders gestalten sich die Vorgänge bei der Theilung der Zellen unter Knospenbildung. Hier theilt sich die Mutterzelle nicht gleich, nachdem sie mehrere Kerne erhalten hat, sondern wächst zuerst nach verschiedenen Richtungen, und zwar entsprechend der Zahl der Kerne, einseitig aus, und erst diese kernhaltigen Knospen sind es dann, die, nachdem sie eine gewisse Reife erlangt haben, sich abschnüren, so jedoch, dass, wie es scheint, ein bedeutungsloser Rest der ursprünglichen Zelle übrig bleibt.

Um das Bild der Zellentheilung zu vervollständigen, muss nun auch noch der Kerntheilung selbst gedacht werden. Dieselbe wiederholt vollständig die Zellentheilung, und lässt sich in allen Zellen, die eine genaue Beobachtung zulassen, leicht nachweisen, dass bei ihr der *Nucleolus* genau dieselbe Rolle spielt, wie der Kern bei der Zelle. Beim *Nucleolus* jedoch lassen uns unsere Hülfsmittel im Stich und es lehrt die Erfahrung über ihn nichts weiter, als dass er sich theilt, ohne von den inneren Vorgängen desselben irgend eine Rechenschaft zu geben.

Hiermit wären so ziemlich die wichtigsten Erscheinungen, die bei der Zellentheilung vorkommen, angeführt und handelt es sich nun darum, das vereinende Band für dieselben aufzufinden. Hierbei zeigt sich jedoch klar, dass nach dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse eine Erklärung der Zellenbildung nicht zu geben ist. Immerhin wird es vielleicht doch erlaubt sein, folgendes besonders hervorzuheben:

1. Die Kerne wirken als Anziehungspuncte auf die Masse der Zellen und der *Nucleolus* auf die der Kerne.

Unter dieser Anziehung ist natürlich nicht eine Massenanziehung zu verstehen, sondern moleculäre Wirkungen, wie sie durch chemische und physikalische Kräfte zu Stande kommen und kann mit Bezug hierauf an die von den Kernen ausgehenden Saftströmungen bei Pflanzen, an die in der Nähe der Kerne sich bildenden Niederschläge und an den nicht zu bezweifelnden Einfluss derselben auf den Chemismus der Zellen, erinnert werden. Ausserdem möchte es aber auch erlaubt sein, hier die Bewegungserscheinungen des Zelleninhaltes herbeizuziehen. Wenn man bedenkt, welche bedeutenden Formveränderungen der Zellen durch die Zusammenziehungen ihres Inhaltes hervorgebracht werden, wenn man berücksichtigt, dass es immer wahrscheinlicher wird, dass alle jungen Zellen einen bewegungsfähigen Inhalt besitzen, und endlich noch dazu nimmt, dass ein solcher gerade auch bei rasch sich vermehrenden Zellen, wie den Furchungskugeln der Frösche, gesehen wird, so ist es doch wohl nicht zu weit hergeholt, wenn man die Frage aufwirft, ob nicht gerade solche Zusammenziehungen bei der Zellentheilung die Hauptrolle spielen, als deren Anreger die Kerne anzusehen wären.

Auch bei den Kernen ist es wenigstens erlaubt, daran zu denken, dass bei ihrer Theilung Zusammenziehungen eine Rolle spielen, da für das Bewegungsvermögen des Kernsaftes wenigstens der Umstand spricht, dass die in so hohem Grade beweglichen Samenfäden nichts als verlängerte Kerne sind. Ja bei den Samen-

körperchen der Nematoden, deren Bewegungen *Schneider* entdeckt hat, scheint selbst der Inhalt noch wenig veränderter Kerne (*Nelson*, *Thomson*) bewegungsfähig zu sein.

2. Die Zellenhüllen scheinen bei der Zellentheilung keine besondere Rolle zu spielen, sondern mehr nur unthätig dem sich theilenden Inhalte zu folgen.

Man hat offenbar die Bedeutung der Zellenhüllen bisher sehr überschätzt, doch hat es sich schon ergeben, dass dieselben bei den Bewegungen der Zellen wahrscheinlich nirgends eine thätige Rolle spielen und dasselbe möchte auch bei der Zellentheilung der Fall sein. Mir wenigstens hat das Studium der sich theilenden rothen Blutzellen von Embryonen immer die Vorstellung erweckt, dass dieselben mehr passiv dem Inhalt folge. Unterstützt wird diese Auffassung durch den Umstand, dass die Theilung der hüllenlosen Protoblasten genau in derselben Weise, wie die von Zellen sich macht und dass, wo solche sich theilen, dieselben immer nur sehr zarte Hüllen besitzen.

• Die Frage über die Bildung der Zellen ist jetzt, wo die Lehre von einer freien Zellenbildung in einem Cytoblasteme als beseitigt betrachtet werden kann, eine ganz andere als früher, wo man nach dem Vorgange von *Schleiden* und *Schwann* zu erklären versuchte, wie in einer Flüssigkeit ein *Nucleolus*, um diesen ein Kern und endlich eine Zellmembran sich bilde und hat aus diesem Grunde auch die namentlich seit *Schwann* beliebte Vergleichung der Zelle mit einem Krystalle nicht mehr die Bedeutung wie früher. Ich finde mich daher auch nicht veranlasst hier näher auf diesen Gegenstand einzugehen, doch kann ich nicht umhin zu bemerken, dass mit Hinsicht auf die erste Erzeugung organischer Formen eine solche Vergleichung immer ihren Werth behalten wird. — Die Frage nach den bei der Zellentheilung der Pflanzen wirksamen Kräften ist von der Botanik so zu sagen noch gar nicht ins Auge gefasst, doch scheint mir, dass eine nähere Untersuchung hier zu ähnlichen Ergebnissen führt, wie bei den Thieren, indem einerseits für die Zellenkerne ihre jeweilige Vermehrung vor der Theilung des Protoplasma nachgewiesen und anderseits der Inhalt der Pflanzenzellen wohl auch als allgemein bewegungsfähig angesehen werden darf.

Meine obige Aufstellung über die der Zellentheilung zu Grunde liegenden Ursachen ist nur als erste Andeutung von Werth. Die Richtigkeit derselben angenommen, bleibt ferner zu untersuchen, durch welche Vorgänge in seinem Innern der Kern Bewegungen des *Cytoplasma* und der *Nucleolus* Veränderungen des Kernsaftes veranlasst, sowie warum der *Nucleolus* selbst sich theilt. Erst wenn es gelungen sein wird auf diese Fragen genaue Antwort zu geben, wird sich dann weiter die Möglichkeit eröffnen zu sagen, warum manchmal Zellen sich theilen, sobald sie 2 Kerne erhalten haben, in andern Fällen dagegen (quergestreifte Muskelfasern, vielkernige Zellen überhaupt) Zellen mit vielen Kernen keine Vermehrung erleiden.

§. 13.

Lebenserscheinungen der fertigen Zellen. Wachsthum. Sind die Zellen einmal gebildet, so treten an denselben eine bedeutende Zahl von Verrichtungen auf, die, wie die des ganzen Organismus, in animale und vegetative sich scheiden lassen. Die letzteren betreffen sowohl die Formverhältnisse der ganzen Zellen und ihres Inhaltes, als auch die chemische Zusammensetzung und lassen sich mit den Namen Wachsthum und Stoffwechsel bezeichnen.

Was das Wachsthum anlangt, so kommt ein solches wohl allen Zellen zu und kann in gewissen Fällen, wie bei den Eiern, den Linsenfasern, Elfenbeinzellen, den glatten und vor Allem bei den quergestreiften Muskelfasern zu ganz mächtigen Vergrösserungen führen. Dasselbe macht sich sowohl an dem Zelleninhalte als an den Zellenhüllen geltend, bei dem erstern als einfache Zunahme, bei den letztern in der Art, dass sie entweder in der Fläche sich ausdehnen oder sich verdicken, welche bei-

den Vorgänge auch verbunden erscheinen. Das Wachsthum der Zellen zeigt sich sehr gewöhnlich als ein allseitiges dann, wenn dieselben ohne Aenderung in der Form sich vergrössern, wie z. B. die Eier, viele Nervenzellen u. a., häufig aber auch als ein einseitiges bei allen Zellen, die in ihrer Gestalt von der früheren Kugelgestalt abweichen, und führt in diesem Falle oft zu den sonderbarsten Gestaltungen, wie denen der reich verästelten Pigment- und Nervenzellen. Verdickungen der Membranen sind in geringerem Grade bei fast allen Zellen zu finden, indem wohl alle mit dem Alter etwas fester werden, in bedeutender Weise zeigen sich dieselben nur an wenigen Orten, wie namentlich bei den Knorpelzellen, Eiern und gewissen Epithelialzellen. In den einen Fällen kommen dieselben auf Rechnung einer Zunahme der ursprünglichen Zellenhülle selbst, welche in vielen Fällen deutlich durch innere Anlagerungen sich macht, in den andern beruhen sie auf secundären Ablagerungen auf die äussere Fläche derselben, doch ist es im einzelnen Falle nicht immer leicht zu sagen, welches von beiden statt hat.

Auch die Kerne und Kernkörperchen betheiligen sich an dem Wachsthume der Zellen bis zu einem gewissen Grade. An den ersten ist allseitiges Wachsthum in allen sich vergrössernden Zellen sehr leicht nachzuweisen, an manchen, wie denen der glatten Muskeln, der Bindesubstanz, der Gefässepithelien und andern, auch eine einseitige Ausdehnung, in Folge welcher sie oft die Gestalt langer schmaler Stäbchen annehmen. Bei den Kernen gewisser Drüsenzellen von Insecten findet sich, wie *H. Meckel* zuerst angegeben hat, eine Umwandlung in stark verästelte Gebilde mit vielen Kernkörperchen, und von den Kernen der Samenzellen habe ich gezeigt, dass sie durch Verlängerung zu den beweglichen Samenfäden sich gestalten. Die *Nucleoli* wachsen ebenfalls nicht selten mit ihren Zellen (Ganglienkugeln, Eier), nehmen jedoch, ausser wenn sie sich theilen, nur sehr selten eine von der Kugelform abweichende Gestalt an.

Das Wachsthum der Zellen hängt mit der lebhaften Stoffaufnahme derselben aufs innigste zusammen, wovon im nächsten Paragraphen mehr. Hier möge nur bemerkt werden, dass beim allseitigen und einseitigen Wachsthume die Verhältnisse wohl nicht überall dieselben sind. Beim ersteren ist die Massenzunahme durch Aufnahme von neuen Stoffen von aussen klar, was dagegen die Vergrösserungen der Zellmembran in der Fläche und ihre Dickenzunahme betrifft, so können dieselben nicht anders gedacht werden, als indem man annimmt, dass aus den Flüssigkeiten, die dieselbe durchdringen und tränken, Theilchen sich niederschlagen und an die schon bestehenden Molecüle sich anlegen, bei welchem Vorgange mit *Schwann* verschiedene Möglichkeiten denkbar sind, ohne dass sich bis jetzt über das eigentliche Wesen desselben irgend etwas hat ermitteln lassen. Beim einseitigen Wachsthume liegen, sofern die Zellen bei demselben ihre Masse nicht ändern, vielleicht überall ursprünglich Zusammenziehungen des Zellensaftes zu Grunde, in Folge deren die Zellen spindel- oder sternförmig werden. Bleiben die Zellen frei und im Zustande von Protoblasten, so sind dann freilich solche Formen nicht nothwendig von Dauer, wie man bei gewissen Zellen niederer Thiere zu sehen Gelegenheit hat, doch können dieselben allerdings in gewissen Fällen auch Bestand haben, wie bei den Flimmerzellen, deren Cilien als solche durch Bewegungen des *Cytoplasma* erzeugte Bildungen angesehen werden können, den Nervenzellen, den Zellen der gallertigen Bindesubstanz u. a. m. Anders dagegen gestalten sich die Sachen, wenn die Zellen festere Hüllen erhalten oder untereinander sich verbinden; dann ist die neue Gestalt bleibend und bezieht sich die Bewegung, wenn sie sich erhält, nur noch auf den Zellensaft. Beleg hierfür sind die Pigmentzellen der Amphibien, die, auch wenn ihr *Cytoplasma* zu einem kugeligen Haufen zusammengezogen ist, doch nach *Lister* als sternförmige Bildungen sich erhalten, ferner wie ich vermuthen möchte alle untereinander verbundenen Zellen der festen Bindesubstanz der höheren Thiere. Geschieht das einseitige Wachsthum mit Massenzunahme, wie bei den Muskelelementen beider

Arten, so machen sich möglicher Weise neben einer ununterbrochenen Ablagerung von neuem *Cytoplasma* ebenfalls Bewegungserscheinungen geltend, in welchem Falle dann das ganze einseitige Zellenwachsthum auf eine und dieselbe Grunderscheinung zurückgeführt wäre.

Warum die Kerne in ihren Wachsthumserscheinungen so viel einfacher sich verhalten als die Zellen, ist noch nicht klar, dagegen verdient noch hervorgehoben zu werden, dass weil ein Wachsthum nicht bloss bei Zellen, Kernen und Kernkörperchen, sondern auch bei andern im Zelleninhalte befindlichen Bläschen vorkommt (siehe §. 8), dasselbe eine organischen Bläschen überhaupt zukommende Eigenschaft ist, welche nicht einseitig aus dem bei den Zellen zu Beobachtenden zu erklären ist, womit jedoch nicht gesagt sein soll, dass das Wachsthum der Zellen nicht seine Besonderheiten darbiete.

Es liegt nahe, die Art der Energie des Wachsthums im Allgemeinen auf den Stoffwechsel in den betreffenden Bläschen, auf ihre chemische Zusammensetzung und gewisse äussere Verhältnisse zu beziehen. Besteht ein solches Gebilde nur aus Fett und einer Eiweisshülle, so wird das Wachsthum entweder ganz fehlen oder einfach auf eine gewisse Zunahme des Fetttropfens sich beschränken, im entgegengesetzten Falle wird eine grössere Entfaltung desselben möglich sein. Hier wird es jedoch wiederum darauf ankommen, welche Zufuhr von Stoffen gegeben ist und welche sonstigen Anregungen und Einwirkungen von aussen da sind. Befindet sich ein organisches Bläschen, wie etwa ein Kern oder ein Dotterbläschen in einem einfacheren, in seiner Zusammensetzung fast unveränderlichen Mittel, dessen Theile alle unter demselben Drucke stehen, so wird sich dasselbe mit diesem Mittel eher ins Gleichgewicht setzen. Ist dagegen die umgebende Flüssigkeit, wie bei vielen Zellen die Ernährungsflüssigkeit, sehr wechselnd, steht dieselbe nicht immer unter dem gleichen Drucke, so dass der Stoffwechsel des Bläschens ein lebhafter ist, so ist die Möglichkeit zu grösserem Wachsthume gegeben. Bei den Zellen kommt nun gegenüber den Kernen sicherlich auch noch das in Betracht, dass sie eben im Kerne, der ja auch Stoffwechsel besitzt, ein Gebilde führen, das ihren eigenen Stoffumsatz lebhafter machen muss. — Der in dem Paragraphen ausgesprochene Gedanke, dass das einseitige Wachsthum wesentlich mit den Bewegungserscheinungen des *Cytoplasma* zusammenhänge, verdient wohl Beachtung, immerhin nehme man denselben für nicht mehr als eine Andeutung, die noch nähere Beweise erwartet.

Die Verdickungen der Zellenhüllen machen sich in gewissen Fällen so, dass mit dem Mikroskope nicht zu erkennen ist, ob dieselben durch Anlagerungen an oder auf die ursprüngliche Hülle oder durch Zwischenlagerungen von Molecülen zwischen die schon vorhandenen geschehen und können hier besonders die Elemente der Ephithelien und Horngebilde namhaft gemacht werden, dann die quergestreiften vielkernigen Muskelzellen, deren Zellenhülle (*Sarcolemma*) entschieden mit dem Wachsthume fester wird, die Eier vieler Thiere, viele Knorpelzellen, gewisse serumhaltige Fettzellen bei *Anasarca* u. s. m. In allen Fällen, in denen die Dicke der Wand eine bestimmte Beobachtung gestattet, zeigt sich jedoch, dass die Zunahme durch Ansatz an die vorhandene Hülle geschieht und wird es so wahrscheinlich, dass diese Art des Wachsthumes für alle Hüllen überhaupt Geltung hat. Dieser Ansatz ist übrigens ein doppelter. In den einen Fällen (geschichtete und z. Th. poröse Eihüllen, Knorpelkapseln, entstehen die Anlagerungen immer in unmittelbarer Nähe des Cytoplasma und erscheinen als Ablagerungen an der Innenfläche der ursprünglichen Zellenhülle, in den andern Fällen dagegen treten dieselben entschieden an der Aussenfläche der Zellenhülle auf, wie bei den zottentragenden Eikapseln von Fischen (*Cyprinoiden*, *Scomberesoces*), den Darmepithelcylindern mit poröser verdickter Wand und den Epidermiszellen der Neunaugen und von *Protopterus*. Aehnliches zeigt sich auch bei Pflanzen, deren Celluloschüllen entschieden von innen her sich verdicken, nichts destoweniger häufig auch äussere Auflagerungen darbieten.

§. 11.

Stoffwechsel der Zellen. Stoffaufnahme und Stoffumwandlung. Um die Vorgänge des Stoffwechsels der Zellen klar zu übersehen, wäre es

vor Allem nöthig, eine genauere Kenntniss der chemischen und morphologischen Verhältnisse des Zelleninhaltes zu haben als wir sie besitzen. Ersteres anlangend, so sind nur zwei Zellenarten, das Ei und die Blutzellen, sorgfältiger untersucht, allein die letzteren verhalten sich gerade so eigenthümlich, dass sie kaum als Vorbild der Zellen im Allgemeinen gelten können und sind wir somit eigentlich allein auf die Untersuchungen über den Eidotter angewiesen. Immerhin lässt sich aus diesen, zusammengehalten mit dem, was die Erforschung zellenreicher Organe, wie der Leber, Nieren, des Pancreas u. s. w., wie die mikrochemische Prüfung vieler Zellen gelehrt hat, so viel entnehmen, dass viele Zellen neben dem gewöhnlichen *Cytoplasma* (s. §. 8.), von dem eine genauere Kenntniss übrigens auch sehr wünschbar wäre, noch mannichfache eigenthümliche Stoffe in wechselnden Mengen führen, unter denen eigenthümliche Eiweisskörper, Schleimstoff, Farbstoffe, stärkemehlartige Stoffe, Zucker, Fette eine Hauptrolle spielen.

Die Vertheilung der Substanzen im Zelleninhalte anlangend, so führen die bisherigen Erfahrungen zur Annahme, dass in dieser Hinsicht bei thierischen Zellen vorzüglich zwei Verhältnisse verwirklicht sind. In den einen Zellen nämlich ist der Inhalt, mag er nun diese oder jene chemische oder morphologische Eigenthümlichkeit besitzen, gleichmässig durch den ganzen Zellenraum vertheilt, während derselbe in den andern in zwei mehr weniger getrennte Theile zerfällt, von denen der eine aus Zellensaft, *Cytoplasma* (*Protoplasma* der Botaniker), der andere aus Zellenflüssigkeit besteht. Zu den ersten Zellen, die die monoplasmatischen heissen mögen, gehören alle jungen Zellen von Embryonen ohne Ausnahme, in denen das Innere einzig und allein verflüssigten Eidotter, das Urbild des Cytoplasma, enthält, ausserdem aber noch eine grosse Zahl von Zellen, von Embryonen und Erwachsenen, unter denen wiederum zweierlei Formen vorzukommen scheinen, solche, deren Inhalt nur aus dem ursprünglichen Zellensafte oder Cytoplasma besteht, und andere, bei denen dem Cytoplasma noch andere Substanzen beigemengt sind. Wäre der ursprüngliche Zellensaft und der Zelleninhalt überhaupt genauer bekannt, so liesse sich in dieser Beziehung etwas Bestimmtes sagen, so aber kann man vorläufig nur vermuthen, dass zu den Zellen mit Cytoplasma allein die farblosen Blutzellen, Zellen der folliculären Drüsen, die jüngsten Elemente der geschichteten Horngebilde und vielleicht auch die Bindegewebskörperchen, Knochenzellen, Knorpelzellen und gewisse Drüsensaftzellen (Sperma) gehören, zu den andern dagegen die Elemente der Leber, Niere, des Pancreas, der Schleimdrüsen u. a. m. — Zellen, welche zweierlei scharf gesonderte Inhaltstheile führen, wie sie bei Pflanzen so gewöhnlich sind, sind bei Thieren seltener. Ich rechne zu denselben, die ich die diplasmatischen heisse: 1) die Fettzellen, bei denen das Cytoplasma auf eine dünne Lage um den Zellenkern beschränkt, die übrige Zellenhöhle von Einem Tropfen Fettes eingenommen ist; 2) die rothen Blutzellen, von denen *V. Hensen* gezeigt hat (l. i. c.), dass sie, wenigstens beim Frosche, ausser dem gefärbten Inhalte auch noch Cytoplasma führen; 3) die Zellen der *Chorda dorsalis* auf einer gewissen Stufe der Entwickelung, auf der der Inhalt noch nicht ganz verflüssigt ist; 4) die thierischen Zellen, in denen von mir Saftströmung gesehen ist (s. unten); 5) die einzelligen Drüsen, die einen besonderen Raum zur Aufnahme der Abscheidung darbieten (Insecten, *Lepidosiren*); 6) die Leberzellen von Mollusken und Krustern, bei denen die von *H. Meckel* beschriebenen Secretbläschen wohl ursprünglich nichts als vom Cytoplasma umgebene Hohlräume sind, die Fett- oder Gallenfarbstoff enthalten; 7) die Nierenzellen von Mollusken (*H. Meckel*), von denen dasselbe gilt. Ausserdem gehören nun wohl noch manche andere Zellen von Thieren in diese Abtheilung, in welcher Beziehung besonders *Leydig's* Arbeiten zu vergleichen sind, der auch die Angaben von *Meckel* verschiedentlich zu bestätigen Gelegenheit hatte, nur ist noch besonders hervorzuheben, dass zwischen den mono- und diplasmatischen Zellen die vielfältigsten Uebergänge sich finden.

Alle diplasmatischen Zellen sind ursprünglich monoplasmatisch und durchlaufen eine ganze Reihe von Entwickelungsstufen, bevor sie an das andere Ende gelangen, Stufen, auf welchen eben gewisse Elemente zeitlebens sich erhalten, wie die Zellen mit scheinbar einfachem Inhalte, der doch nicht mehr blos ursprüngliches Cytoplasma ist, von denen oben die Rede war und noch manche andere, unter denen vor Allem die Zellen mit geformten Ablagerungen (Fetttropfen, Pigmentkörnchen, Dotterplättchen und Bläschen u. s. w.) zu nennen sind. — Zur Vervollständigung des Bildes sei nun auch noch erwähnt 1) dass in gewissen Zellen das Cytoplasma zuletzt ganz zu Grunde geht und nur Zellflüssigkeit übrig bleibt, wie in den Zellen der ausgebildeten Chorda von Fischen, in den Blutzellen der Säuger und des Menschen (?), in gewissen, wie es scheint, einzig und allein mit Schleimstoff erfüllten Zellen (?), in den Cysten des reifen Sperma (!) und 2) dass es auch Zellen gibt, die am Ende ihrer Lebensbahn weder Cystoplasma noch Zellflüssigkeit enthalten, wie die ganz verhornten Elemente der Epidermisgebilde.

Die bisherige Untersuchung hat gelehrt, dass die thierischen Zellen mit Bezug auf die Beschaffenheit des Inhaltes in sehr verschiedenen Formen vorkommen. Neben Zellen, die Cytoplasma allein enthalten, finden sich andere, die mit dem dichteren Cytoplasma scheinbar gleichmässig gemengt auch diese oder jene Flüssigkeit führen oder im Cytoplasma Körner verschiedener Art abgelagert zeigen, dann solche, die Zellsaft und Zellflüssigkeit ganz getrennt, jeden Saft in einem besonderen Raume, enthalten, endlich auch, obschon selten, eine Art, die nur Zellflüssigkeit und kein Cytoplasma mehr, ja selbst überhaupt keinen Inhalt besitzt. Es ist nun die Aufgabe der Mikroskopiker, zu zeigen, wie diese verschiedenen Gestalten zu einander sich verhalten, und überhaupt nachzuweisen, welchen Gesetzen der Stoffwechsel in den Zellen folgt.

Richten wir unser Augenmerk zuerst auf die Vorgänge im Innern der Zellen und nehmen wir die ersten Elemente von Embryonen als Ausgangspunct, so finden wir, dass dieselben bei allen Geschöpfen neben dem Zellsafte auch eine gewisse Menge von geformten Theilchen (Dotterelemente aller Art) enthalten, welche als Nährstoff für dieselben anzusehen sind. Denn verfolgen wir diese Zellen weiter, so zeigt sich — was am schönsten bei den Batrachiern nachzuweisen ist — dass die fraglichen Theilchen nach und nach einschmelzen und sich auflösen, während zugleich die Zellen durch fortgesetzte Theilungen sich vervielfältigen. Zugleich beginnen auch schon in manchen Zellen besondere Thätigkeiten, wie die Bildung einer eigenen Zellflüssigkeit (Blutzellen), oder ein besonderer Gestaltungsvorgang im Cytoplasma (Ablagerung der quergestreiften Masse in den Muskelzellen), oder die Absetzung von neuen Stoffen in unlöslicher Form (Pigmentzellen). In sehr vielen embryonalen Elementen fehlen jedoch solche besonderen Vorgänge und beruht ihr Leben einfach darauf, dass dieselben nach und nach den vom Dotter erhaltenen Nährstoff aufzehren, bis sie endlich nichts anders als einen Saft enthalten, den man als das Vorbild des Cytoplasma ansehen kann. Sind die Zellen einmal so weit, so tritt eine Reihe von Erscheinungen in den Vordergrund, die z. Th. wohl auch schon früher, aber nicht in erster Linie vertreten waren, nämlich eine Wandelbarkeit des Cytoplasma, die im Kleinen an das erinnert, was der Organismus im Grossen zeigt. Wenn wir oben annahmen, dass in den monoplasmatischen Zellen nur Cytoplasma enthalten sei, so war diess doch nicht ganz wörtlich zu verstehen, vielmehr ist nicht zu bezweifeln, dass auch in diesen Elementen der Inhalt einem beständigen Wechsel unterliegt, einerseits immerwährend langsam sich auflöst und anderseits wieder neu sich bildet. Nehmen wir gestützt auf die Untersuchung des Eidotters an, dass das Cytoplasma wesentlich ein in Wasser unlöslicher Eiweisskörper ist, der mit einer gewissen Menge in Wasser gelöster Stoffe (Salzen, glycogener Substanz [?], Zucker) getränkt ist und ausserdem neutrale und stickstoffhaltige Fette und gewisse Salze (Erdsalze) fester gebunden enthält, und setzen wir ferner voraus, dass der Zelleninhalt in einer beständigen

echselwirkung mit den umgebenden Flüssigkeiten ist, so dass vor Allem Sauerstoff, löste Eiweisskörper und Salze in die Zelle eindringen, so ergiebt sich für gewöhnlich ı Stoffwechsel, bei dem einestheils durch Umsetzung des Cytoplasma lösliche stick-offhaltige Substanzen (z. B. Leucin, Tyrosin, Kreatin, Harnsäure), ferner eben-ls lösliche stickstofflose Stoffe (Zucker, organische Säuren), endlich auch gewisse lze, Kohlensäure und Wasser sich bilden, während anderntheils der Zellsaft in nen wesentlichen Theilen neu sich ergänzt. Die Energie dieser Vorgänge wird türlich bei verschiedenen Zellen sehr wechseln. Es wird ferner Elemente geben, i denen die Auflösung des Cytoplasma und der Ansatz sich das Gleichgewicht hal-ı, andere, bei denen der Ansatz vorwiegt und noch andere endlich, bei denen die ıflösung das Uebergewicht hat. Endlich wird jeder dieser Vorgänge nicht immer an sondere Elemente gebunden sein, sondern an einem und demselben Gebilde in ver-ıiedenen Zeiten vorkommen können, was dann leicht begreiflich eine grosse Zahl n Erscheinungsformen bedingt, welche zweckmässig noch durch einige Beispiele m Verständnisse näher gebracht werden.

Halten wir uns für einmal nur an die einfacheren monoplasmatischen Zellen, so den wir als Elemente, bei denen Ansatz und Auflösung sich das Gleichgewicht hal-ı, erstens eine Menge Elemente ohne besonders hervortretende eigenthümliche Ver-htung, wie die Knorpelzellen des erwachsenen Organismus, die Elemente ein-her Epithelien, die Zellen der folliculären Drüsen, der Knochen und andere mehr, eitens aber auch Gebilde, wie die Muskelfasern und Nervenzellen, bei denen eine ız besondere Leistung einen zeitenweise ungemein gesteigerten Stoffwechsel mit h bringt. Da die chemische Zusammensetzung der Muskelzellen und auch ihre Um-zungsstoffe ziemlich genau bekannt sind, so geben sie uns einen vortrefflichen Fin-:zeig über die Art des Stoffwandels im Innern von Elementen, wobei freilich nicht vergessen ist, dass derselbe wohl nicht überall so verwickelt ist wie bei diesen so gemein wichtigen Gebilden. Von besonderer Bedeutung sind auch die Zellen der uchtorgane von *Lampyris*, deren eiweissreiches Cytoplasma zeitenweise einer so ıchtigen Verbrennung unterliegt, dass dabei Lichtentwickelung entsteht, bei wel-ɜm Vorgange auch, wie ich gezeigt habe, mikroskopisch nachweisbar harnsaures ımoniak entsteht. — Zellen, bei denen der Ansatz vorwiegt, sind alle, die sich ·grössern, wie die sich entwickelnden Muskelzellen beider Arten, die Linsenfasern, wisse Drüsenzellen (Samenzellen, Eier) u. s. w., dann einfach die Elemente, die ıem länger andauernden oder immerwährenden Vermehrungsvorgange unterliegen, ɜ viele embryonale Zellen, die tiefsten Elemente von Horngebilden, sich ver-hrende Knorpelzellen u. a. m. — Elemente endlich, bei denen der Zellensaft vor-ɜgend in Auflösung begriffen ist, finden sich in allen physiologisch oder pathologisch ıwindenden Organen, dann auch in gewissen bleibenden Theilen wie bei den Binde-webskörperchen der elastischen Bänder junger Geschöpfe, die mit der Entwicke-ıg derselben endlich verloren gehen.

Wenden wir uns von den monoplasmatischen zu den zusammengesetzteren ılasmatischen Zellen und den Zwischenformen beider, so finden wir auch bei diesen Wesentlichen die nämlichen Grunderscheinungen. Bemerkenswerth ist in c h e m i-h e r Beziehung die Bildung besonderer Stoffe, die an bestimmte Organe gebunden ıd, wie die von Schleimstoff, von löslichen und unlöslichen Eiweisskörpern eigener t (Pepsin, Pancreatin, Eiweisskörper der Dotterplättchen der Fische und Amphi-ɜn), von Farbstoffen (Hämatin, Gallenfarbstoff, Melanin), von Fetten, Gallensäuren, ırnbestandtheilen u. s. w., von welchen Stoffen übrigens hervorgehoben zu werden rdient, dass ihre physiologische Bedeutung eine sehr verschiedene ist, indem die ıen für das Zellenleben weiter keinen Werth besitzen, die andern dagegen, ähnlich n Amylumkörnern der Pflanzenzellen, einen Nährstoff darstellen, der später Ver-endung findet und wieder zu Cytoplasma sich gestalten kann. In m o r p h o l o g i-:h e r Hinsicht zeigen sich an diesen Zellen besonders zwei Verhältnisse. In den

einen Fällen lagern sich die neugebildeten oder frei gewordenen Stoffe in fester Form im Cytoplasma an, wie die Körner von Pigment, die Eiweisskörperchen im Dotter, die Körner von harnsauren Salzen, von Kalksalzen (Zellen von niedern Thieren) u. s. w., während sie in andern im flüssigen Zustande verharren und dann wiederum ein doppeltes Schicksal erleiden. Die einen Zellflüssigkeiten nämlich bleiben ziemlich gleichmässig im Cytoplasma vertheilt und sind zur Ausscheidung bestimmt, wie die Erzeugnisse vieler Drüsen, die andern dagegen sammeln sich in besondern Räumen an und geben zur Bildung der ächten diplasmatischen Zellen Veranlassung, die oben schon aufgezählt wurden. Auch bei diesen Zellen allen treten übrigens die Lebenserscheinungen mit mannichfachen Abänderungen auf, wie bei denen mit einfachem Cytoplasma. Gewisse Zellen zeigen lange fortdauerndes Wachsthum mit immerwährender Ablagerung fester Körperchen und Cytoplasma im Innern (Eizellen), andere verbrauchen ihr Cytoplasma unter gleichzeitiger Bildung einer gewissen Menge von Zellflüssigkeit (Fettzellen, Blutzellen, Zellen der Chorda, der Leber und Nieren von Mollusken), so dass dasselbe am Ende nur noch spurweise vorhanden ist oder selbst gar fehlt. Noch andere endlich bilden immerwährend besondere Stoffe aus dem Cytoplasma, ergänzen aber auch dasselbe stets neu (Zellen von Drüsen), ein Vorgang, der am klarsten bei den einzelligen Drüsen sich verfolgen lässt, die neben dem Hohlraume, der die Ausscheidung aufnimmt, stets eine reiche Menge von Cytoplasma zeigen und bewahren.

Bisher war nur von dem Inhalte der Zellen die Rede, nun ist aber zu bemerken, dass auch die Zellenhüllen in einer gewissen Weise an den Lebensvorgängen der Zellen Theil nehmen. Wie schon früher erwähnt, werden die Hüllen nicht nur bei den meisten Zellen mit dem Alter dicker und fester, sondern es nehmen dieselben auch eine andere chemische Beschaffenheit an und leisten den Säuren und Alkalien einen grösseren Widerstand (Epidermisgebilde, Blutzellen, Muskelfasern, Fettzellen, Knorpelzellen, Eier, Bindegewebskörperchen u. s. w.). Spätere Untersuchungen werden zu zeigen haben, worauf diese Erscheinung beruht, ob wirklich die ursprüngliche Zellhülle mit der Zeit in ihrer Zusammensetzung wechselt oder ob etwa die Aenderung nur in der Aufnahme von Salzen begründet erscheint, ähnlich wie die Botaniker etwas der Art für die pflanzlichen Zellmembranen anzunehmen geneigt sind.

Versuchen wir nun eine Erklärung der eben geschilderten Erscheinungen des Stoffwechsels der Zellen, so tritt uns vor Allem die Frage entgegen, in welcher Weise die Stoffaufnahme der Zellen sich macht. Eine geringe Ueberlegung zeigt, dass bei derselben sehr viele Triebfedern sich vereinigen, um ein Gesammtergebniss hervorzubringen, so dass es eine schwierige Aufgabe ist, im einzelnen Falle nachzuweisen, wie dieselbe geschieht, um so mehr, da uns sicherlich noch manche und wohl gerade die wichtigsten Erscheinungen des Zellenlebens unbekannt sind. Als solche Einflüsse sind zu nennen der Blutdruck und die andern äussern Druckverhältnisse, diosmotische Strömungen, Imbibitionserscheinungen, Druckwirkungen innerhalb der Zellen selbst, chemische Vorgänge in denselben, Nerveneinflüsse. Obschon nun freilich wohl nie alle diese Verhältnisse gleichzeitig im Spiele sind, so gibt es doch Zellen genug, bei denen mehrere derselben mit einander wirken, und erscheint es daher zur Erleichterung der Auffassung am gerathensten, die einfachsten Fälle zum Ausgangspunct zu wählen. Als solche möchten die zu bezeichnen sein, welche, sich anschliessend an das, was die einfachen Pflanzen zeigen, bei den niedersten Thieren, den Zellen von Embryonen und den frei in Flüssigkeit schwimmenden Zellen höherer Geschöpfe sich finden. Nehmen wir z. B. die ersten Zellen der Keimblase eines Säugethierembryo, die der Embryonalanlage eines niedern Wirbelthiers oder die ersten farblosen Blutzellen einer Froschlarve, welche mit Bezug auf die Stoffaufnahme einzig und allein auf den Dotter, die Flüssigkeit im Innern der Keimblase und das erste

asma angewiesen sind, so ergibt sich bald, dass hier vor Allem die chemischen
nge im Innern der Zellen und Imbibitionserscheinungen im Spiele sind. Am
zeigen diess die Blutzellen der Froschlarven. Anfangs den übrigen embryona-
llen gleich und ganz mit Dotterkörnern vollgepfropft, erleiden dieselben bald
nern mächtige Stoffumwandlungen, in Folge welcher die Dotterkörner nach und
einschmelzen, während zugleich der rothe Farbstoff in ihnen sich entwickelt.
ieser Aenderung der chemischen Zusammensetzung des Zelleninhaltes müssen
uch die Beziehungen der Zellen zur umgebenden Flüssigkeit andere werden,
ann es keinem Zweifel unterliegen, dass Hand in Hand mit derselben Stoffe aus
Plasma in die Zellen eindringen, umgekehrt aber auch Theile des Zelleninhaltes
streten, obschon die näheren Verhältnisse dieser Wechselbeziehungen nicht an-
en sind. Man ist von jeher geneigt gewesen, solche Verhältnisse auf Endosmose
ziehen, ich habe jedoch gezeigt (Zeitschr. f. wiss. Zool. VII. p. 253), dass die
ellen gegen verschiedene Salzlösungen sich keineswegs so verhalten, wie es nach
ekannten Erfahrungen über das endosmotische Aequivalent dieser Salze zu er-
n war, wogegen alle beobachteten Erscheinungen ganz gut mit dem stimmen,
ch von dem Verhalten imbibirter permeabler Elementartheile (Samenfäden, Ner-
sern, Muskelfasern) gegen Salzlösungen nachgewiesen habe. Man glaube jedoch
dass dieser Imbibitionsaustausch bei einem Blutkörperchen nun so verlaufe,
twa bei einer mit Salzlösung imbibirten Faser, die man in Wasser legt, vielmehr
en sich bei lebenden Elementartheilen noch andere Einflüsse geltend, vermöge
er dieselben dem umgebenden Mittel gegenüber eine ganz besondere Zusammen-
ng bewahren. So wenig als der Inhalt einer einzelligen Pflanze oder der Zellen
Spongie oder eines andern in Wasser lebenden Thieres sich mit dem süssen oder
en Wasser ins Gleichgewicht setzt, so gut als der die Muskelfasern tränkende
elsaft gegenüber dem ernährenden Blutplasma seine Eigenthümlichkeit bewahrt,
eicher Weise findet man auch bei den Blutzellen und im Allgemeinen bei allen
, dass sie die besondere Eigenthümlichkeit, die sie erlangt haben, mit grosser
keit bewahren. Der Grund hiervon liegt nun wohl zum Theil darin, dass die
die in sie eindringenden Substanzen immerwährend nach zwei Richtungen, vor-
ückschreitend, umwandeln, was, indem es den doppelten Imbibitionsstrom fort-
end rege erhält, zugleich den Zellen ihre besondere Zusammensetzung wahrt
denke hier namentlich an die einzelligen Organismen beider Reiche, die aus
gen einfachen Stoffen ihren mannichfaltigen Inhalt erzeugen), allein es möchte
doch wahrscheinlich sein, dass ausserdem noch ganz dunkle Anziehungen und
ssungen bei diesen Vorgängen mitwirken, welche einerseits die Bestandtheile
ellen zusammenhalten und den Eintritt von gewissen Substanzen in sie verhin-
andrerseits aber auch das Aus- und Eindringen von solchen begünstigen. Wenn
ehen, dass die Leberzellen die Galle nur nach der einen Seite abgeben, sowie
die Nierenzellen das in ihnen befindliche Eiweiss zurückhalten, wenn wir ferner
nken, dass im Leben weder der Harn in der Blase, noch der Gallenfarbstoff in
Gallenorganen und im Darme aufgesaugt werden, während diess doch in der
e geschieht, wenn wir endlich noch dazu nehmen, welchen merkwürdigen Ein-
die Nerven auf den Chemismus der Muskelzellen und der Leuchtzellen von *Lam-*
haben, so kommen wir zur Ueberzeugung, dass der Stoffwechsel der Zellen
einen besonderen Regler hat, über den sich vorläufig nichts Bestimmtes aussa-
ässt, obschon die Vermuthung nahe liegt, dass die sicherlich in den Zellen, so
ls in ihren Abkömmlingen, den Nervenröhren und Muskelfasern, vorkommenden
rischen Erscheinungen bei demselben betheiligt sind.

Bis jetzt war bloss von den einfachsten Formen der Stoffaufnahme durch die
n die Rede, man nehme nun aber noch Folgendes hinzu. In sehr vielen Fällen
er Blutdruck ein Hauptregler für den Eintritt von Stoffen, vor Allem bei den
enzellen, was jedoch wiederum nicht so zu fassen ist, als ob nun die Zellen ge-

rade alle aus den Capillaren austretenden Substanzen durchliessen. Auch die Endosmose kann ins Spiel kommen, wenn, wie z. B. bei der Darmschleimhaut, Zellenlagen zwischen den zwei in Wechselwirkung befindlichen Flüssigkeiten sich finden. Auf der äussern Oberfläche des Körpers befördert die Verdunstung den Uebertritt von Substanzen in die Epidermiszellen. Endlich entwickeln auch die Zellen selbst, wie *Donders* sinnreich auseinandergesetzt hat, besondere Druckerscheinungen unter dem Einflusse ihrer elastischen Membranen, die auch nicht ausser Acht zu lassen sind. — So kommen eine grosse Zahl äusserer und innerer Wirkungen zusammen, um den Vorgang der Stoffaufnahme durch die Zellen zu einem der verwickeltesten, freilich aber auch für die Lehre von den Lebensvorgängen allerwichtigsten zu machen, dessen Erforschung von der Physiologie viel mehr in den Vordergrund gestellt zu werden verdient als es bisher geschehen ist.

Hier ist nun auch der Ort, von der Bedeutung der Zellenhüllen zu reden, die man theils über-, theils unterzuschätzen geneigt gewesen ist. Ich finde die Hauptbedeutung derselben darin, dass sie den Zelleninhalt gegen die umgebenden Flüssigkeiten schützen und demselben sowohl seine besondere Gestalt als auch seine selbständige Zusammensetzung bewahren helfen. Diess ist nun freilich in sehr verschiedenem Grade nöthig und wirklich der Fall. Besitzen die Zellen zarte Hüllen oder entbehren sie derselben ganz, so wird sich ihr Inhalt viel eher mit den Zwischensäften ins Gleichgewicht setzen und weniger eine besondere Zusammensetzung zeigen; sind die Umhüllungen dagegen fester, so bieten sie dem Eindringen von Stoffen ein grösseres Hinderniss dar und wird eher Gelegenheit zu eigenthümlichen Umgestaltungen des Inhalts gegeben sein. Ferner den Schutz der Zellen anlangend, so ist zu beachten, dass Zellen, die nur Cytoplasma enthalten, welches in den Zellflüssigkeiten nicht löslich ist, eher Hüllen entbehren können, als Elemente, die viel Zellflüssigkeit führen, die sich leicht vertheilt. So wenig als bei den Pflanzen könnten viele Elemente der höheren Thiere ohne solche Umhüllungen Bestand haben (man denke nur an die Fettzellen, die Zellen der Chorda, viele Epithelzellen), dagegen soll nicht bestritten werden, dass bei den einfachsten Thierformen mit ihrer wandelbaren Leibesgestalt (Polythalamien, Spongien) und bei vielen durch ihre Lage oder die Beschaffenheit ihres Inhaltes geschützten Elementen höherer Geschöpfe, Hüllen nicht gerade nothwendig sind.

Für die Erklärung der Vorgänge im Innern der Zellen hat sich bis jetzt nur ein geringes Verständniss eröffnet, immerhin kann man jetzt schon auf folgende Thatsachen aufmerksam machen.

1) Es ist nicht zu bezweifeln, dass der Stoffwechsel der Zellen hauptsächlich am Cytoplasma abläuft, indem die Bildung von Stoffen in Zellen von diesem aus geschieht und die Ernährung derselben stets auf Bildung von Zellsaft hinausläuft. Das Cytoplasma ist somit der vorzugsweise lebende Stoff der Zellen, was auch noch dadurch bewahrheitet wird, dass einzig und allein von demselben aus die Vermehrung der Zellen bewerkstelligt wird und das Cytoplasma allein bei den unten zu schildernden Bewegungserscheinungen von Zellen betheiligt ist. — Wenn aber auch so das Cytoplasma sicherlich die erste Stelle im Lebensvorgange der Zellen einnimmt, so ist doch nicht zu übersehen, das auch die andern Zellenbestandtheile, die Zellflüssigkeiten, die Hüllen und die geformten Ablagerungen im Cytoplasma eine gewisse Rolle beim Stoffwechsel spielen. Von den Hüllen, deren chemische Umänderungen noch nicht aufgeklärt sind, lässt sich dies freilich für einmal nur vermuthen, dagegen wissen wir, dass geformte Ablagerungen im Zelleninhalte nicht immer unveränderliche Elemente sind, indem die Dotterkörner, die für die Ernährung der Zellen von Embryonen eine so wichtige Rolle spielen, uns schlagend das Gegentheil lehren. Dasselbe gilt auch von den Zellflüssigkeiten und mache ich hier nur auf eines der belehrendsten Beispiele aufmerksam, auf die fetthaltigen Zellen (Leber von säugenden

Thieren zum Beispiel) und die eigentlichen Fettzellen, in denen das Fett ganz schwinden kann.

2) Sehr wichtig für den Stoffwechsel der Zellen ist zweitens ein Vorgang, den man einfach als Respiration der Zellen bezeichnen kann. Seit man weiss, dass das Muskelgewebe O aufnimmt, und CO_2 abgibt, so wie dass alle Zwischenflüssigkeiten des Körpers diese Gase aufgelöst enthalten, bezweifelt wohl kein einsichtiger Mikroskopiker mehr, dass der Verbrennungsprocess, den man vom Organismus als Ganzem kennt, an allen Theilchen desselben abläuft. Dem Physiologen und Chemiker ist diese Anschauung noch weniger geläufig und lässt sich daher noch hervorheben, dass einzellige Thiere und Pflanzen auch respiriren, so wie dass bei den Thieren, deren Athmungsorgane baumförmig im Körper sich verästeln (Insecten), diese selbst an zelligen Elementen (Muskelzellen, Fettkörperzellen, Drüsenzellen, Zellen der Leuchtorgane von *Lampyris*) sich verzweigen, ja sogar, wie ich gezeigt habe, in das Innere von Zellen (bei den Spinnorganen von Raupen und, wie ich zu sehen glaube, auch bei den Muskelzellen) eindringen. — Ist dem so, so wird niemand anstehen beizustimmen, wenn ich behaupte, dass der in die Zellen eindringende O der Hauptanreger des Stoffwechsels derselben ist.

3) Von wesentlichem Einflusse ist ferner unstreitig der Zellenkern, denn ebenso wie er die Theilung der Zellen bedingt, ist er auch der Mittelpunct für die Saftströmung und für die Niederschläge und Auflösungen in den Zellen, und hat er ferner den entschiedensten Einfluss auf das Wachsthum derselben, wie am besten auf der einen Seite die unter reichlichster Kernvermehrung so gewaltig heranwachsenden quergestreiften Muskelfasern und die mächtigen Zellen der Spinnorgane der Raupen mit ihren allseitig verästelten Kernen, auf der andern Seite der Umstand lehrt, dass Zellen, die ihre Kerne verloren haben, nie wachsen (rothe Blutzellen, Epidermisschuppen) oder zu Grunde gehen (der Atrophie des Schwanzes der Froschlarven geht nach *Bruch* ein Schwinden der Kerne voraus). Wird eine genauere Bezeichnung der Einwirkung der Kerne verlangt, so bleibt die Histiologie vorläufig die Antwort schuldig, doch kann bemerkt werden, dass man die Kerne schon mit Fermentkörpern verglichen hat, weil sie aus stickstoffreicher Substanz bestehen. Hiermit ist jedoch begreiflich sehr wenig gesagt, dagegen kann noch erwähnt werden, dass auch der Kernsaft einen Stoffwechsel darbietet, der freilich noch wenig bekannt ist und, wenigstens den morphologischen Verhältnissen nach zu urtheilen, mit dem der Zellen keine Vergleichung zulässt. Alles, was man sieht, ist eine Aufhellung oder Verflüssigung eines anfänglich zäheren Inhaltes, worauf es beruht, dass die Kerne in jungen Zellen mehr als helle gleichartige Gebilde, in ältern deutlich als Bläschen erscheinen. Dagegen ist eine Bildung von Körnern in Kernen sehr selten (s. oben); auch Farbstoffe, Krystalle, Concretionen finden sich bei Thieren hier nicht, wogegen nach meinen Erfahrungen die Bildung der nesselnden Fäden der Wirbellosen in Kernen statt zu haben scheint.

Nichtsdestoweniger möchte es doch erlaubt sein, den Kernen einen lebhaften Stoffwechsel zuzuschreiben und spricht in diesem Sinne erstens ihr Verhalten gegen ammoniakalische Carminlösung, in welcher sie sich schneller als alle Theile der Zellen und dauernder färben (*Gerlach*), was mit *L. Beale* vielleicht auf eine saure Reaction des Kernsaftes bezogen werden darf, und zweitens die Bedeutung gewisser Kerne, nämlich der Samenfäden, für die Befruchtung, darin bestehend, dass dieselben eine ganz eigenthümliche Einwirkung auf den Inhalt der Eizellen ausüben. Auch diese Thatsachen gestatten jedoch keine genauere Bezeichnung der Art und Weise ihrer Einwirkung und ist es nicht mehr als Vermuthung, wenn ich äussere, dass der Kerninhalt vielleicht vor Allem eine besondere Anziehung für den O besitzt, hierdurch zum Sitze eines regen Stoffwechsels wird und so seine weitern Einwirkungen entfaltet.

4) Endlich kann noch bemerkt werden, dass der Stoffwechsel der Zellen auch unter dem Nerveneinflusse steht. Dies findet sich einmal bei den Muskelzellen

aller Arten und den Pigmentzellen der Batrachier, insofern als deren Zusammenziehungen von chemischen Umsetzungen begleitet sind, und noch deutlicher zweitens bei den Zellen der Leuchtorgane von *Lampyris*, in denen unter dem Nerveneinflusse ein so vermehrter Stoffwechsel (Oxydation) auftritt, dass wirkliches Leuchten entsteht. Auch die Zellen der Submaxillaris der Säuger wären hier zu nennen, vorausgesetzt dass *Schlüter*'s und *Pflüger*'s neueste Erfahrungen sich bestätigen.

So wichtig nun auch alle die angeführten Thatsachen sein mögen, so reichen dieselben doch noch lange nicht aus, um den Stoffwechsel in den Zellen in seinen Gesetzen erfassen zu können und bleibt es ferneren Forschungen überlassen, in dieses dunkle Gebiet immer mehr Licht zu bringen.

Der Zelleninhalt ist neuerdings besonders von *V. Hensen* einer genaueren Besprechung gewürdigt worden, und vermuthet dieser Forscher, dass derselbe, wie bei den Pflanzenzellen, überall aus Zellsaft (Cyto- oder Protoplasma) und einer Zellenflüssigkeit bestehe. Dieser Ansicht kann ich nicht beipflichten, denn ich bin mit *M. Schultze* (Müll. Arch. 1861. S. 24) der Ansicht, dass in beiden Reichen viele Elemente vorkommen, die nur Cytoplasma enthalten. Dass Thiere auch Zellen haben, die im Bau den gewöhnlichen Pflanzenzellen gleichen, ist in diesem Paragraphen auseinandergesetzt, in dem diese wichtige Angelegenheit überhaupt ausführlicher abgehandelt ist.

§. 15.

Stoffabgabe der Zellen. Die Lebenserscheinungen thierischer Zellen beschränken sich nicht bloss darauf, Stoffe aufzunehmen und umzusetzen, sondern es werden auch wiederum Stoffe aus denselben frei, die dann in dieser oder jener Weise eine weitere Verwendung finden, oder einfach aus dem Körper entfernt werden. In vielen Fällen geschieht diess so, dass die Zellen dabei vergehen, wie bei vielen Drüsen, bei denen die reife Ausscheidung (Milch; Sperma, Hauttalg, Galle niederer Thiere, Tinte der Cephalopoden) so zu sagen aus nichts anderem als dem Inhalte der Drüsenzellen besteht. Andere Male bleiben die Zellen unverändert, während sie nach aussen Stoffe abscheiden und dann zeigt sich der Vorgang in doppelter Weise.

1) Geben die Zellen Stoffe, die sie von aussen aufgenommen haben, unverändert wieder ab. Dieses geschieht bei den Epitheliumzellen derjenigen Drüsen, die wie die Nieren, Thränendrüsen, Lungen u. s. w. einfach Stoffe aus dem Blute austreten lassen, ebenso bei den Zellen, die die Oberflächen seröser Häute und der äussern Haut bekleiden und wahrscheinlich bei noch manchen andern.

2) Scheiden die Zellen Substanzen ab, die sie in sich bereitet haben, so die Zellen der Leber die Gallenbestandtheile, die der Magensaftdrüsen Pepsin, die des Pancreas einen Eiweisskörper und Leucin, die der Schleimhäute und Schleimdrüsen Schleim. Unter diese Abtheilung gehören auch alle Zellenabscheidungen, die in fester Gestalt aussen an den Zellen liegen bleiben.

Das Zustandekommen dieser Abscheidungen, von denen uns übrigens gewiss noch viele unbekannt sind, lässt sich in gewissen Fällen durch den zwischen dem Zelleninhalt und der umgebenden Flüssigkeit stattfindenden doppelten Diffusionsstrom erklären, in Folge dessen, wie wir oben sahen, nicht bloss Stoffe in die Zellen herein, sondern auch aus denselben heraus kommen, in andern kann jedoch hiervon keine Rede sein, und übernehmen der Blutdruck, die Verdunstung und endosmotische Strömungen, bei denen die Zellen eine mehr untergeordnete Bedeutung haben, die Hauptrolle, worüber der vorige Paragraph nachzusehen ist.

Die ausgeschiedenen Stoffe zeigen häufig keine Beziehungen zu den Zellen, aus denen sie hervorgehen, und dienen entweder besonderen Zwecken oder werden gänzlich entfernt, wie bei den Drüsen: an andern Orten bleiben sie, feste Gestalt annehmend, aussen an den Zellen liegen (Extracellularsubstanzen und Cuticularbildun-

gen), und bilden entweder grössere hautartige Bekleidungen ganzer Zellengruppen, wie die *Membranae propriae* der Drüsen (z. B. der Harncanälchen), die eigentliche Scheide der *Chorda dorsalis*, die sogenannten Glashäute (Linsenkapsel, *Demours*'sche Haut), die Cuticula der niedern Thiere, oder den einzelnen Zellen einseitig anhaftende Massen, wie beim Zahnschmelz, an dem Cylinderepithel des Darmes.

Hier ist nun auch der Ort, von den schon im §. 4 erwähnten Zwischensubstanzen zu reden, die in den meisten thierischen Organismen eine nicht unwichtige Rolle spielen und wenigstens zum Theil auf Rechnung von Zellenabscheidungen kommen. Solcher Zwischensubstanzen lassen sich vor Allem zwei Arten aufstellen, die, wenn auch weder anatomisch, noch in der Entwickelung scharf geschieden, doch in den Endgestalten sehr abweichen, und zwar:

1) Die flüssigen Zwischensubstanzen oder die Zwischenflüssigkeiten, als da sind das Blut und das Chylusplasma, die Drüsensäfte und Parenchymsäfte. Die Entstehung dieser Flüssigkeiten kommt bei Allen wenigstens in gewisse Beziehung auf Rechnung von zelligen Elementartheilen dieser oder jener Art, doch bilden dieselben als gänzlich formlos keinen Gegenstand der Untersuchung für die Anatomie und sind daher hier nicht weiter zu besprechen.

2) Die festen Zwischensubstanzen oder die Intercellularsubstanzen. Hierher gehören die Zwischenstoffe der einfachen Bindesubstanz und des Bindegewebes aller Arten, dann der Knorpel, Knochen und Zähne, die wenigstens einem guten Theile nach einen besondern Bau darbieten und desshalb eine nähere Betrachtung verdienen.

Diese Intercellularsubstanzen erscheinen dem Baue nach wesentlich in zwei Formen. Die einen sind gleichartig und ohne Formtheilchen, so diejenigen der einfachen Bindesubstanz (Glaskörper), mancher Knorpel (hyaline Knorpel z. Th.) und des Zahnbeins. Die andern dagegen enthalten besondere Elemente, wie die leimgebenden Fibrillen im Bindegewebe, gewissen Knorpeln und den Knochen, die elastischen Fasern im Bindegewebe, dem elastischen Gewebe und den Netzknorpeln, die aus Holzfaser bestehenden Fibrillen im Mantel gewisser Tunicaten (*Cynthia*). Nimmt man hinzu, dass auch Körperchen verschiedener Art, vor Allem Fetttröpfchen und Kalkkörner in diesen Intercellularsubstanzen vorkommen können, so wie dass die Menge derselben eine sehr erhebliche ist, so wird ersichtlich, dass dieselben einen nicht unbedeutenden Antheil an der Zusammensetzung des thierischen Organismus nehmen.

Bezüglich auf die Entwickelung der Intercellularsubstanzen, so könnte aus dem Umtsande, dass in vielen Knorpeln die Kapseln der früheren Mutterzellen zur Erzeugung einer gleichartigen Zwischenmasse verschmelzen, die Vermuthung abgeleitet werden, dass auch an andern Orten eine solche unmittelbare Betheiligung der Zellen an der Bildung derselben statt hat. Diess wird jedoch von der Erfahrung nicht bestätigt, vielmehr ergiebt sich, dass an allen andern Orten die Zellen zu der Intercellularsubstanz nur in entfernterer Beziehung stehen, in welcher, ist schwer mit Bestimmtheit zu sagen. Da alle fraglichen Bildungen, wie ihr Name ausdrückt, zellige Elemente enthalten und die Betheiligung solcher an der Bildung fester, ausserhalb von ihnen gelegener Stoffe durch das häufige Vorkommen von Zellenabscheidungen von bestimmter Gestalt hinreichend feststeht, so möchte die Auffassung, dass die Intercellularsubstanzen wesentlich unter dem Einflusse der Zellen sich bilden, manches für sich haben. Dieser Satz ist jedoch nicht so zu verstehen, als ob die Zellen die zwischen ihnen gelegenen Theile ganz und gar aus sich erzeugten, denn es ist klar, dass dieselben in vielen Fällen in erster Linie von Aussen her (z. B. vom Blute her) bezogen werden, derselbe besagt vielmehr nur so viel, dass die Zellen einerseits einen wesentlichen Einfluss auf die chemische Beschaffenheit der Intercellularsubstanzen besitzen, deren Stoffe ja als solche im Blute sich nicht finden (Schleim, leimgebende Substanz, elastische Substanz, Holzfaser), anderseits aber auch die

Form bedingen, in der die Zwischensubstanz auftritt. Der letztere Umstand, der bis jetzt noch gar nicht gewürdigt worden ist, möchte namentlich Beachtung verdienen. Eine Sehne, ein Knorpel bestehen anfangs nur aus Zellen und bedingt die Anordnung und die Art des Wachsthums dieser die spätere eigenthümliche Gestalt derselben. Nie wächst ein solches Gebilde durch seine Zwischensubstanz weiter, sondern immer sind es die geformten Elemente, die ihm seinen besondern Gang vorzeichnen und hierdurch ihren wichtigen bestimmenden Einfluss deutlich beurkunden.

Intercellularräume, durch die Ausscheidungen der Zellen zwischen ihnen sich bildend, sind bei Thieren noch nicht mit der nöthigen Bestimmtheit nachgewiesen, doch gehören wohl die meisten Drüsenräume, die Höhlen des Herzens der grösseren Gefässe und der serösen Säcke, so wie die verdauenden Höhlen vieler niederen Thiere hierher, insofern, als dieselben durch Ausscheidung von Flüssigkeit im Innern von ursprünglich zusammenhängenden Zellenmassen zu entstehen scheinen.

Die in bestimmten Formen auftretenden Zellenausscheidungen oder die Extra- und Intercellularsubstanzen im weitesten Sinne, waren der früheren Histiologie ganz unbekannt, indem dieselbe alles, was zwischen den Elementartheilen sich befand, mit *Schwann* als Cytoblastem bezeichnete. Erst im Jahre 1845 wurde durch *Reichert* und *mich* die Forschung auf diese Bildungen gelenkt und dann später die Lehre von den geformten Zellenausscheidungen namentlich durch mich ausgebildet, in welcher Beziehung, sowie mit Rüchsickt auf den jetzigen Stand dieser Angelegenheit ich auf meine ausführliche Abhandlung in den Würzb. Verh. Bd. VIII. p. 37 verweise.

In Betreff der Entwickelung der festeren Intercellularsubstanzen machen sich in neuerer Zeit besonders zwei Ansichten geltend. Nach der einen, die *M. Schultze* vertritt (*Müll.* Arch. 1861. St. 12), entsteht »sicher der grösste Theil der Intercellularsubstanzen aus umgewandelter Zellsubstanz, d. h. aus *Protoplasma*, nicht als Secret oder äussere Auflagerung auf die Zelle«; nach der andern Auffassung dagegen, die ich in diesem Paragraphen zu Grunde gelegt habe, ist ein Theil derselben Zellenausscheidung, ein anderer Theil geht aus den verschmolzenen Wandungen der Zellen selbst hervor. Der ersten Theorie zufolge bildet sich nicht nur die Grundsubstanz der Knorpel, Knochen und Zähne, sondern auch die des gewöhnlichen Bindegewebes aus Zellsubstanz und hat *Waldeyer* diese Anschauung auch auf den Zahnschmelz ausgedehnt, den ich als eine Cuticularbildung bezeichnet hatte, so dass es den Anschein gewinnen könnte, als ob Auflagerungen auf oder zwischen Zellen überhaupt nicht vorkommen. Soweit hat jedoch offenbar *M. Schultze* nicht gehen wollen und wohl mit Recht, doch kann ich ihm auch mit Bezug auf die erstgenannten Gewebe nicht ganz beistimmen, obgleich ich zugebe, dass der ganzen Auffassung etwas Richtiges zu Grunde liegt.

Wie mir scheint, ist die Bildung der Zwischensubstanzen und einseitigen Zellenauflagerungen aus den Zellmembranen auf eine Grunderscheinung im Zellenleben zurückzuführen, auf das Vermögen des Zellensaftes (*Cytoplasma*) nämlich, Stoffe abzugeben, welche einmal ausgetreten sofort in einem gewissen Grade erhärten. Zur Annahme, dass diese Stoffe *in loco* umgewandelte Zellsubstanz selbst seien, der *M. Schultze* folgt, scheint mir keine Ursache vorhanden, obgleich die Möglichkeit eines solchen Vorganges natürlich nicht zu bezweifeln ist und auch durch gewisse im Innern von Zellen statthabende Erscheinungen (Bildung von Chitinhäuten in einzelligen Drüsen von Insecten) dargethan wird. Auf jeden Fall aber sprechen unzweifelhafte Thatsachen dafür, dass Zellen erhärtende Stoffe abscheiden und erinnere ich nur an die erhärtenden Drüsenausscheidungen (Spinnfäden der Arachniden und Raupen), die auf der Aussenfläche von pflanzlichen Zellmembranen sich bildenden Excrescenzen und membranösen Ablagerungen (*Cuticula*), ähnliche Bildungen an thierischen Zellen (Zöttchen und Fäden auf der Eimembran von Fischen), an die vielen sicher nicht direct aus Zellen sich bildenden Zwischensubstanzen bei höheren und niederen Thieren (Hornfäden der Spongien, Gallerte der Medusen, Hartgebilde der Polypen, Hornfäden der Fische, zellenlose osteoide Substanz der Fische, zellenfreie Stellen in Knorpeln, Gallerte des Schmelzorganes u. a. m.) und an die zahlreichen zusammenhängenden Cuticularbildungen der Thiere. — Nehmen wir nun an, dass überall, wo Zellen von festen Bildungen umgeben sind, diese durch eine absondernde Thätigkeit des Cytoplasma entstehen, so gewinnen wir

ein einheitliches Princip und lassen sich alle vorkommenden Erscheinungen unter Einen Gesichtspunct bringen.

Durchgeht man die bei Thieren auftretenden Fälle, so ergiebt sich folgendes:

1. Ausscheidungen können sowohl von Protoblasten als von wirklichen Zellen geliefert werden.

2. Allseitige Ausscheidungen von Protoblasten, die als selbständige Bildungen auftreten, sind Zellmembranen.

3. Einseitige Ausscheidungen von Protoblasten oder Zellen erscheinen je nach dem als äussere Anhänge der einzelnen Elemente (Hornzähne der Batrachierlarven, Kiefer gewisser Cephalophoren, Schmelzfasern) oder als zusammenhängende membranöse Bildungen (*Cuticulæ* und *Membranæ propriæ*).

4. Allseitige Ausscheidungen von Protoblasten oder Zellen, die in keine nähere Beziehungen zu den einzelnen Elementen treten, sind Intercellularsubstanzen.

5. Ursprünglich selbständige Ausscheidungen von Elementen können für sich allein zu einer Zwischensubstanz verschmelzen und ebenso können solche mit einer echten Intercellularsubstanz zu Einer Grundmasse sich vereinen (Knorpel, Knochen z. Th.).

6. Alle Ausscheidungen von Protoblasten sind äussere Auflagerungen, die von Seiten der Protoblasten her sich verdicken; die Ausscheidungen von wirklichen Zellen treten nach aussen von der Zellmembran auf und bilden sich nur in den Fällen, in denen die Membran sich verdickt, unmittelbar vom Cytoplasma aus.

§. 16.

Animale Functionen der Zellen. Zu den Lebenserscheinungen der Zellen gehören auch gewisse Bewegungen, die an dem Cytoplasma auftreten und oft wichtige Gestaltänderungen der ganzen Zellen bedingen. Während vor noch nicht langer Zeit solche Bewegungen als höchst merkwürdige vereinzelte Erscheinungen angesehen wurden (man erinnere sich an *Siebold's* und meine Beobachtungen über die contractilen Zellen der Planarienembryonen, an *Vogt's* und meine Erfahrungen über die Bewegungen der Herzen von Alytes- und Sepiaembryonen zu einer Zeit, wo dieselben nur aus Zellen bestehen), haben sich in der neuesten Zeit die Wahrnehmungen über solche Vorgänge in der Art gemehrt, dass ich schon in der 3. Auflage dieses Werkes mich veranlasst fand, die Frage aufzuwerfen, ob nicht der Inhalt aller und jeder thierischen Zelle in dieser oder jener Weise Bewegungserscheinungen darbiete, eine Frage, die sich wohl jetzt nahezu mit Bestimmtheit bejahen lässt. Doch sehen wir vorerst, bei welchen Elementen solche Erscheinungen beobachtet sind.

Nehmen wir keine Rücksicht auf die einfachsten Thierformen, mit Bezug auf welche ich auf meine *Icones histiologicae* Heft I. verweise, so finden wir dass bei zusammengesetzten Organismen bei folgenden Zellen Bewegungserscheinungen beobachtet sind;

1. Bei dem Inhalte der unbefruchteten oder befruchteten Eier (Zellen von Planarienembryonen, Furchungskugeln der Frösche, *Ecker*. Dotter der Eier von *Gasterosteus*, *Ransom* [*Proc. of the R. Soc. of London* 1854. *Vol. VII. p.* 171]; unreifes Eierstocksei von *Helix pomatia*, *H. Müller* [Würzb. Verh. X. S. XXIII]; von *Daphnia longispina* [*Leydig*, Daphniden S. 145] und der Katze [*Pflüger*, Eierstöcke S. 51, Taf. III, Fig. 2—10].
2. Den farblosen Blutzellen (bei Wirbelthieren und Wirbellosen gesehen von *Wharton Jones* und vielen Andern).
3. Gewissen Epithel- und Drüsenzellen (Flimmerzellen aller Art: Schleimkörperchen, *Huxley*; Eiterkörperchen, *Lieberkühn*; Leberzellen von Kaninchen, *Leuckart*; Inhalt der einzelligen Drüsen von *Distoma lanceolatum*, *Walter* [Zeitschrift f. wiss. Zool. VIII. p. 199], ramificirte Pigmentzellen der Epidermis von *Rana*, *H. Müller*); Zellen der Samencanälchen, *v. la Valette*; Speichelkörperchen, *Oehl*; Zellen des Milzparenchyms, *Cohnheim*.

4. Zellen vom Werth der Bindegewebskörperchen (Pigmentzellen von *Batrachiern* und von *Chamaeleo*, *Brücke* u. A.; Bindegewebszellen von *Cyanea*, *Huxley* und von *Cassiopeia* und *Torpedo*, ich; Parenchymzellen der Cellulosenhülle von *Polyclinum*, ich: Zellen der Cornea, *v. Recklinghausen*, Bindegewebszellen des Frosches, *Kühne*).
5. Den Zellen des Muskelgewebes. (Embryonale Muskelzellen der Herzen von *Alytes*, *Sepia*, *Limax*, *Gallus* [*Vogt*, *ich*, *Gegenbaur*, *R. Wagner*]; Muskelzellen aus dem Herzen von Wiederkäuern, contractile Faserzellen und quergestreifte Muskelfasern).
6. Den Knorpelzellen der Kiemenstrahlen von *Branchiomma Dalyellii mihi* (s. Fig. 10), des *Enchondroms*, *Virchow*.
7. Den Zellen des jungen Knochenmarkes des Frosches (*Bizzozero*).
8. Den rothen Blutzellen sehr junger Hühnerembryonen (*M. Schultze*).

Dieser Aufzählung zufolge sind es eigentlich von den selbständigen Zellen erwachsener Thiere nur zwei Arten, die Nervenzellen und die rothen ausgebildeten Blutzellen, an denen noch keinerlei Bewegungserscheinungen wahrgenommen sind, und wird aus diesem Grunde doch zuzugeben sein, dass die Bewegungsfähigkeit mit grösster Wahrscheinlichkeit als eine allgemeine Eigenschaft der zelligen Elemente angesprochen werden darf, um so mehr, wenn man die Sache nicht so auffasst, als ob jede Zelle ohne Ausnahme bewegungsfähig sei, und sich darauf beschränkt anzunehmen, dass wahrscheinlich alle Zellen auf einer gewissen Stufe ihrer Entwicklung Bewegungen zeigen.

Es sind nun übrigens nicht blos die Zellen, die Bewegungserscheinungen darbieten, sondern auch die Zellenkerne. Freilich sind dieselben hier einzig und allein gesehen bei den ächten Samenfäden, die, wie ich gezeigt habe, nichts als verlängerte Kerne sind, und bei den Samenkörperchen der *Nematoden* (*Schneider* in Monatsber. d. Berl. Akad. 1856. April, *Claparède* in Zeitschr. wiss. Zool. IX. p. 125), die ebenfalls Kernen entsprechen; immerhin lassen diese Thatsachen vermuthen, dass auch bei den Kernen die Bewegungsfähigkeit eine weiter verbreitete Erscheinung ist, die vielleicht auch bei den Theilungen derselben eine Rolle spielt.

Der bewegliche Theil der Zellen sind nicht die Hüllen, sondern der Inhalt, wie zuerst *Donders* hervorgehoben hat und wird diess vor Allem dadurch bewiesen, dass die Bewegungen auch an hüllenlosen Zellen vorkommen. In diesen Fällen sind dieselben besonders energisch und treten meist als sogenannte »amöboide« auf, indem die Zellen abwechselnd die mannigfachsten Zwischenstufen zwischen einer Kugel und einem mehr weniger reich verzweigten Stern durchlaufen, wie bei einer *Amoeba*, wobei die im Protoplasma enthaltenen Körnchen beständig ihre Lage ändern und oft wie in fliessender Bewegung begriffen sind, ferner die Zellen selbst *in toto* Ortsveränderungen zeigen können (Bindegewebskörperchen von *Polyclinum* [*ich*], der *Cornea* [*v. Recklinghausen*]). Sind Zellen zu einer Masse verschmolzen, wie in der Sarcode der *Radiolarien* und vielleicht bei den *Rhizopoden*, so treten diese Erscheinun-

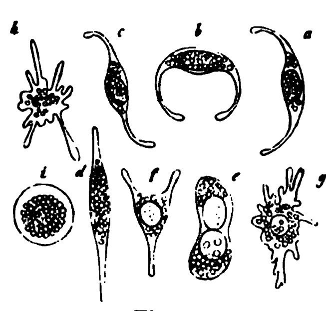


Fig. 9.

Fig. 9. Blutzellen vom Krebs, 400mal vergr. Nach *Häckel*. *a, b, c, d.* Die Form, welche die meisten beim Ausfliessen des Blutes aus dem lebendigen Thiere zeigen. *e.* Eine Zelle mit 2 Kernen. *f, g, h.* Verschiedene Formen, die die Zellen ausserhalb des Körpers bei ihren amöbenartigen Bewegungen annehmen. *i.* Die kugelig zusammengezogene Form, die die meisten Zellen im frei geronnenen Blute zeigen.

gen in besonders ausgezeichnetem Grade auf. Andere Bewegungsformen hüllenloser Zellen sind, abwechselnd von einem Pole zum andern fortschreitende Erscheinungen, wie bei den Zellen der Planarienembryonen, oder einfache Verkürzungen und Verlängerungen, wie bei den Faserzellen der glatten Muskeln. Besitzen die Zellen Hüllen, so können dieselben passiv an der Bewegung sich mitbetheiligen, wie das Sarcolemma der quergestreiften Muskelzellen oder dieselben bleiben ruhig, während der Zelleninhalt in dieser oder jener Weise sich contrahirt. So scheint es bei den Pigmentzellen der *Batrachier* sich zu verhalten, an denen *Lister* (Phil. Trans. 1859 II. p. 627) die merkwürdige Beobachtung gemacht haben will, dass dieselben nicht, wie allgemein angenommen wurde, bald rund und bald sternförmig sind, vielmehr ihre sternförmige Gestalt immerwährend bewahren und nur dadurch rund erscheinen, dass die Pigmentkörner zeitenweise in den Zellenkörper sich zurückziehen, wobei die farblos werdenden Strahlen dem Blicke fast ganz sich entziehen. Unbeweglich ist die Hülle auch bei gewissen Zellen, die wie bei Pflanzen eine Saftströmung zeigen (Zellen von *Polyclinum stellatum*, Knorpelzellen von *Branchiomma Dalyellii mihi* [*Amphitrite bombyx Dalyell*], Zellen der Tentakelaxe gewisser *Hydroidpolypen* [?]) und dann bei allen Flimmerzellen, deren Haare, ähnlich wie bei den wimpernden Pflanzensporen mit Cellulosenhülle, wahrscheinlich nichts als Fortsätze des Protoplasma sind, die durch Lücken der Membran nach aussen treten, eine Vermuthung, die durch neue Erfahrungen von *Eberth* über einen Zusammenhang der Wimperhaare mit Streifen im Zelleninhalte an den Epithelzellen des Darmes von *Anodonta* wesentlich unterstützt wird.

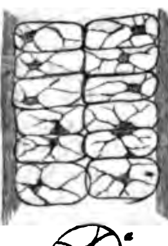


Fig. 10.

Bezüglich auf die nähere Beschaffenheit des beweglichen Zelleninhaltes, so ist soviel sicher, dass derselbe überall ein stickstoffhaltiger Stoff ist, der zu den Eiweisskörpern gehört. Doch ist derselbe wohl nicht überall gleich und finden wir als Hauptarten 1) das eiweisshaltige Cytoplasma junger und älterer Zellen, 2) den Muskelfaserstoff und 3) den Stoff, der die Samenfäden bildet. Auch im feineren Bau zeigt die contractile Substanz Unterschiede und hängen wohl mit diesen Verhältnissen die verschiedenen physiologischen Leistungen, das verschiedene Verhalten zum Nervensysteme und zu andern Reizen zusammen, was näher auszuführen, Sache der Physiologie ist.

Da ich selbst zuerst die Vermuthung aufgestellt habe, dass Contractionserscheinungen bei thierischen Elementen weit verbreitet seien, so erlaube ich mir um so eher, angesichts der so sehr sich häufenden Mittheilungen über Bewegungen von Zellen zu einiger Vorsicht zu mahnen, in welcher Beziehung auch *A. Böttcher* mit mir einverstanden ist, der gewiss mit Recht auf die Nachtheile der sogenannten feuchten Kammer aufmerksam gemacht hat. Zellen zeigen unter sehr verschiedenen äusseren Einflüssen Formveränderungen und Bewegungen des Inhaltes und können nur diejenigen auf wirkliche, dem Leben angehörige, bezogen werden, welche 1) in dem natürlichen Medium vor sich gehen und 2) einen wiederholten Wechsel von Contractionszuständen und von Ruhe zeigen oder ganz ununterbrochen vor sich gehen. Wendet man diese Criterien an die vorliegenden Mittheilungen, so ergibt sich, dass gewisse derselben, wie z. B. die von *Klebs*, der das Zackigwerden rother Blutzellen als Bewegungsphänomen ansieht, nicht stichhaltig sind. Ferner beachte man, dass von den Bewegungen die als vitale angesehen werden, nur ein geringer Theil an den Zellen in ihrer natürlichen Lagestätte gesehen wurde und somit auch in diesem Falle erst noch die Frage sich erhebt, ob dieselben

Fig. 10. Ein Theil des Knorpelstrahls eines Kiemenfadens eines Kopfkiemers (*Branchiomma Dalyellii mihi*) mit Saftströmchen in den Knorpelzellen, *a* eine isolirte Knorpelzelle 350mal vergr.

auch im lebenden Thiere vorkommen. So scheint noch Niemand an Blutzellen der Wirbellosen und an farblosen Blutzellen von Wirbelthieren Bewegungen innerhalb der Blutgefässe gesehen zu haben. Durchgeht man von diesem Gesichtspuncte aus die vorliegenden Erfahrungen, so findet man, dass abgesehen von den Flimmerzellen, Muskelfasern, Samenfäden, ferner den Bewegungen der *Protozoen* nur die Beobachtungen über die Bindegewebszellen von *Medusen* und *Tunicaten*, und der Froschlarven, über die Pigmentzellen der *Batrachier* und über die Eier gewisser Thiere vollkommen stichhaltig sind. Mit dieser Bemerkung soll jedoch der Werth der andern, sonst guten Beobachtungen, nicht in den Schatten gestellt werden, denn einmal ist es ja doch möglich und für gewisse Fälle sicherlich sehr wahrscheinlich (Cornea d. Frosches z. B.), dass die fraglichen Bewegungen auch im lebenden Organismus vorkommen und zweitens geben dieselben, auch wenn diess nicht der Fall sein sollte, doch auf jeden Fall wichtige Aufschlüsse über die Lebenserscheinungen des Zelleninhaltes, wie namentlich die schönen Beobachtungen von *M. Schultze* über die Bewegung der farblosen Blutzellen bei erhöhter Temperatur. Es gibt übrigens ausser den wenigen Fällen, in denen eine Beobachtung der Zellen *in situ* möglich war, doch noch eine gewisse Zahl anderer Erfahrungen, aus denen mit Sicherheit auf eine Beweglichkeit der Zellen im Leben geschlossen werden darf. Hierher zählen die wichtigen Erfahrungen von *v. Recklinghausen* über das Einwandern von Eiterzellen der Lymphräume des Frosches in transplantirte Hornhautstücke und die Beobachtungen über das Eindringen von Milchkügelchen und Zinnoberkörnchen in farblose Blutzellen und Eiterzellen (*Recklinghausen*) und von rothen Blutzellen in Lymphzellen (*Preyer*), welche letzteren Wahrnehmungen nach dem von *E. Häckel*, *Preyer* u. *M. Schultze* über das Eindringen fremder Körperchen in Zellen Gesehenen ebenfalls für die Contractilität des Zellenprotoplasma zu sprechen scheinen. In Betreff der specielleren Verhältnisse der contractilen Zellen muss ich auf die unten citirten Arbeiten verweisen und will ich hier nur noch kurz auf einige morphologisch wichtigere Verhältnisse aufmerksam machen.

1. Durch den von *Häckel* zuerst gegebenen Nachweis, dass contractile Zellen fremde Körper von aussen aufzunehmen im Stande sind, hat sich die Möglichkeit eines Verständnisses einiger sonderbarer Zellenformen eröffnet, vor Allem der von mir sogenannten Blutkörperchenhaltigen Zellen, von denen mit *Preyer* mit grosser Wahrscheinlichkeit anzunehmen ist, dass sie dadurch entstehen, dass contractile Lymphzellen ganze Blutzellen oder Fragmente von solchen in ihr Inneres aufnehmen. Ebenso würde ich nun auch von mir im Gehirn aufgefundene Zellen deuten, die Nervenmark enthielten. — Möglicherweise betheiligen sich auch in anderen Fällen Bewegungen von Zellen an dem Eindringen von Stoffen in dieselben, doch halte ich es nicht für gerathen mit Vermuthungen den Beobachtungen voranzugehen.

2. Ein zweiter gewiss die höchste Beachtung verdienender Umstand sind die Ortsveränderungen oder Wanderungen von contractilen Zellen, die, nachdem sie an den Bindesubstanzkörperchen einer *Ascidie* von mir aufgefunden worden waren, durch *v. Recklinghausen* auch für diejenigen der Frösche in so auffallender Weise nachgewiesen worden sind. Ich habe schon früher darauf aufmerksam gemacht, dass Einwanderungen von Zellen das Vorkommen ramificirter Pigmentzellen in der Epidermis gewisser Thiere zu erklären geeignet sind (Würzb. naturh. Zeitschrift I. pg. 13) und *v. Recklinghausen* hat dann diesen Gedanken weiter ausgeführt und vor Allem die Möglichkeit von Wanderungen von Eiterzellen besprochen. In neuester Zeit hat auch *Stricker* solche Ortsveränderungen für die Entwickelungsgeschichte zu verwerthen gesucht, wobei er jedoch wenigstens zum Theil weiter gegangen ist, als mir für einmal rathsam erscheint. Immerhin ergibt eine sorgfältige Erwägung der sich darbietenden Möglichkeiten, dass wir vielleicht auch hier noch auf manches stossen werden, wovon wir bisher keine Ahnung hatten und erinnere ich desshalb noch speciell an die wunderbaren Wechsel des Körpers einer *Spongille* sowohl in der äusseren Form, als im innern Bau, der einzig und allein durch Zellen hervorgebracht wird.

3. Endlich kann auch an diesem Orte noch einmal hervorgehoben werden, dass wahrscheinlich die Bewegungen der Zellen im innigsten Zusammenhang zur Vermehrung derselben und vielleicht auch zu verschiedenen Wachsthumsphänomenen stehen.

Die sogenannte *Brown*'sche Molecularbewegung d. h. ein mehr oder minder lebhaftes Zittern von Körnchen ohne grössere Ortsveränderung, die man unter dem Mikroskope in verschiedenen Zellenarten, am schönsten an den Pigmentzellen der *Chorioidea*, den Schleimkörperchen, den Blutzellen von Froschembryonen (*Böttcher*) z. Th. nach Wasser-

zusatz z. Th. ohne solchen wahrnimmt, ist wohl kaum unter die auch während des Lebens vorkommenden Erscheinungen zu rechnen. Denn einmal steigert sich diese Bewegung nach Wasserzusatz und findet sich auch an den aus den Zellen ausgetretenen Körnchen und zweitens findet sich dieselbe noch schöner an frei in Flüssigkeit enthaltenen kleinen Körperchen, wie den Pigmentmolecülen der erwähnten Zellen, den Dotterbläschen vieler Thiere, ja selbst an den krystallinischen Otolithen und Kalkkrystallen am Nervensysteme der Amphibien. Uebrigens vergleiche man *Brücke* über die sogenannte Molecularbewegung in thierischen Zellen in den Sitzungsbericht. d. Wiener Akademie, Bd. 45 u. *A. Böttcher* in *Virch.* Arch., Bd. 35, St. 120.

Gestaltung der Elementartheile im erwachsenen Organismus, Zellenarten.

§. 17.

Verfolgt man die Schicksale der bei Embryonen vorkommenden Zellen, so findet man, dass dieselben beim Menschen und den höheren Geschöpfen sehr mannigfache sind, und dass nach und nach der Gestalt und chemischen Zusammensetzung nach sehr verschiedenartige Elemente aus den einfachen überall wesentlich gleichbeschaffenen ersten Bildungen sich entwickeln.

Fassen wir die Elemente der ausgebildeten Geschöpfe etwas näher ins Auge, so finden wir, dass dieselben der Form nach wesentlich in zwei Gruppen zerfallen, die man als einfachere und umgewandelte Zellenformen bezeichnen kann. Die einfachen Zellen kommen in der Gestalt den embryonalen Elementen gleich oder weichen wenigstens nicht erheblich von denselben ab. Ein Theil derselben, von denen manche die Natur der embryonalen Protoblasten bewahren, besitzt einen Inhalt, der von dem typischen Protoplasma nicht abweicht (farblose Blutzellen, Lymphzellen, Zellen der folliculären Drüsen, viele Drüsen- und Epithelzellen), ein anderer Theil dagegen ist im Inhalt eigenthümlich und zeigt statt des Protoplasma in grösserer oder geringerer Menge besondere Zellflüssigkeiten, wie die Fettzellen, Blutzellen, viele Drüsen- und gewisse Epithelzellen. – Umgewandelte oder metamorphosirte Zellen sind die Schüppchen der Horngebilde, die verschiedenen Faserzellen Muskelfasern, Linsenfasern, Zahnfasern, Bindegewebskörperchen (z. Th.), die sternförmigen Zellen aller Art (Bindegewebskörperchen, Knochenzellen, Nervenzellen, sternförmige Muskelzellen) und wenn man die vergleichende Gewebelehre herbeiziehen will, besondere Bildungen, wie die einzelligen Drüsen höherer und niederer Thiere, die Schüppchen der Insecten u. a. m. Auch diese Elemente enthalten übrigens z. Th. mehr gewöhnliches Cytoplasma z. Th. eigenthümliche Stoffe oder entbehren endlich eines Inhaltes ganz und gar.

Unter den umgewandelten Zellen sind die eigenthümlichsten die, welche untereinander verschmolzen sind und glaubte ich früher diese als höhere Elementartheile bezeichnen zu sollen. Da jedoch in der neuesten Zeit gerade die Theile, welche vor Allem zur Aufstellung dieser Kategorie Veranlassung gegeben hatten, nämlich die Capillaren des Blut- und Lymphgefässsystems, als Gebilde erkannt worden sind, die aus vielen getrennten Zellen bestehen, so liegt die Vermuthung nahe, dass auch andere sogenannte höhere Elementartheile, wie die feinsten Tracheen und die Nervenfasern nicht aus verschmelzenden Zellen entstehen, sondern in ihren Wandungen ebenso gebaut sind, wie die Capillaren. Immerhin bleiben eine Reihe von Fällen übrig, in denen sternförmige Zellen in der That mit ihren Ausläufern verschmolzen sind (Zellennetze im Schmelzorgan, Netze vieler Bindegewebskörperchen, Pigmentzellen, Zahnfasern, Knochenzellen und Muskelzellen [Herzen und Haut niederer Thiere], anastomosirende Nervenzellen). Da jedoch in allen diesen Fällen mit Ausnahme der kernlosen Fasernetze des cytogenen Gewebes (S. unten) die Körper der verschmolzenen Zellen deutlich zu erkennen sind, so reihe ich jetzt diese Formen einfach den umgewandelten Zellen an.

Mit der Aufstellung der zwei eben geschilderten Zellenarten soll natürlich nicht gesagt sein, dass die Zellen der Form nach in zwei gut getrennte Gruppen sich scheiden. Ebensowenig ist dies mit Bezug auf die chemischen Verhältnisse und die Functionen der Fall und ist es daher gar nicht möglich die Zellen scharf in bestimmte Arten zu sondern. Wollte man eine Eintheilung derselben unternehmen, so würde ich vorschlagen, dieselben nach den Geweben zu ordnen und zu unterscheiden:

1) Zellen des Zellengewebes (Epithel- und Hornzellen, Drüsen- und Drüsensaftzellen). 2) Zellen der Bindesubstanz (Zellen der einfachen Bindesubstanz, Bindegewebskörperchen und Zellen der interstitiellen Säfte der Bindesubstanz). 3) Zellen des Muskelgewebes und 4) Zellen des Nervengewebes.

Literatur der Elementartheile. Ausser *Schwann's* oben citirtem Werke sind zu nennen: *Kölliker*, Entw. der Cephalopoden. 1844. S. 111—160, und die Lehre von der thierischen Zelle in *Schleiden* und *Nägeli's* Zeitschr. f. wissensch. Botanik. Heft II. 1845; Ueber secundäre Zellmembranen, Cuticularbildungen und Porencanäle in Zellmembranen in Würzb. Verh. VIII.; *Remak*, Ueber extracelluläre Entstehung thier. Zellen u. die Vermehrung derselben durch Theilung und über Entsteh. des Bindegewebes und der Knorpel in *Müll.* Arch. 1852. I.; Unters. z. Entw. d. Wirbelthiere, 3. Lief. 1855. p. 161—179; *Huxley*, *On the Cell theory in Monthly Journal* 1853. *p.* 455. und *the British and Foreign Med.-Chir. Review* 1853. *Oct.*; *M. Schultze*, Ueber Muskelkörperchen und das, was man eine Zelle zu nennen habe, in *Müll.* Arch. 1861. Heft 1; *L. Beale*, *On the structure and growth of the tissues in the human body in Quart. Journ. of micr. Sc.* 1861. *No. III. p.* 103, *No. IV. p.* 235. und *Arch. de médecine VII. p.* 179, *VIII. p.* 207, *IX. p.* 71 auch separat London 1861, Churchill und Deutsch von *V. Carus*, Leipzig 1862, bei Engelmann, *Bennett*, *On the molecular theory of organisation in Proceedings of the Royal Society of Edinburgh. April* 1861; *Brücke*, Die Elementarorganismen in Sitzungsber. d. Wien. Akad. Bd. 44. S. 381; *V. Hensen*, in Zeitschr. f. w. Zool. XI. 253; *C. B. Reichert*, in *Müll.* Arch. 1863. St. 86—151; dann die embryologischen Monographien von *Reichert*, *Bischoff* und *Vogt*. Ausserdem vergleiche man die Jahresberichte von *Henle* und *Reichert* und die neueren vergleichend histiologischen Arbeiten, namentlich von *H. Meckel*, *Leydig*, *Leuckart*, *M. Schultze*, *H. Müller*, *Gegenbaur*, *Häckel*, *Meissner*, *Claus*, *Keferstein*, *Ehlers*, *Eberth*, *L.* und *H. Landois*, *A. Weismann*, *V. Hensen*, *A. Pagenstecher*, *R. Buchholz*, *mir* u. A. Da die Lehre von der Pflanzenzelle auch für den Zoologen wichtig ist, so mache ich auch auf *Schleiden's* erste Abhandl. über die Bildung d. Pflanzenzelle in *Müll.* Arch. 1837, aufmerksam, ferner auf dessen Grundzüge d. Botanik, *Nägeli's* Arbeit über d. Pflanzenzelle i. Zeitschr. für wiss. Botanik Hft. II., *Mohl's* Monographie d. Gegenst. im Handw. d. Physiol. von *R. Wagner*, Art. »vegetab. Zelle«, sowie auf die neuesten Arbeiten von Schacht (Lehrb. d. Anat. u. Phys. d. Gewächse, I. Berl. 1855), *Pringsheim* (Unters. über den Bau d. Pflanzenzelle. Berlin 1855), *Nägeli* (Pflanzenphys. Unters. Zürich 1855. p. 1) und *Schenk* (Würzb. Verh. Bd. 8). Ueber die Bewegungen der Zellen vergl. man bes. *M. Schultze*, Das Protoplasma der Rhizopoden und Pflanzenzellen 1863 und Arch. für mikr. Anatomie I. St. 1; *v. Recklinghausen*, über Eiter- und Bindegewebskörperchen in *Virch.* Arch. Bd. 28. St. 157; *W. Kühne*, Unt. ü. d. Protoplasma und die Contractilität 1864; *W. Preyer*, Ueber amöboide Blutkörperchen in *Virch.* Arch. Bd. 30, St. 417 und *A. Böttcher* in *Virch.* Arch. Bd. 35, St. 120.

II. Von den Geweben, Organen und Systemen.

§. 18.

Die Elementartheile einfacher und höherer Art sind nicht regellos im Körper zerstreut, sondern nach bestimmten Gesetzen zu den sogenannten Geweben und Organen vereint. Mit dem ersten Namen bezeichnet man jede gesetzmässige, in gleichen Theilen immer in derselben Weise wiederkehrende Anordnung der Elementartheile, mit dem eines Organes dagegen eine ge-

wisse Zahl von Elementartheilen von bestimmter Form und Verrichtung. Vereinen sich mehrere oder viele Organe gleicher oder verschiedener Art zu einer höheren Einheit, so heisst diess ein **System**.

Eine gute Eintheilung der Gewebe ist eine schwierige Sache. Berücksichtigt man nur die Verhältnisse, wie sie im erwachsenen Organismus sich finden, so lässt sich zwar leicht eine allmählich aufsteigende Reihe von einfacheren bis zu immer verwickelteren Bildungen aufstellen, allein es werden auf diese Weise Bildungen, die in einem nahen Zusammenhange zu einander stehen, auseinander gerissen und umgekehrt. Bessere Ergebnisse erlangt man, wenn man neben der ausgebildeten Form auch noch die Entwickelung und die chemischen und physiologischen Verhältnisse berücksichtigt, und lässt sich von diesem Standpuncte aus folgende Reihe bilden:

I. **Zellengewebe:**
   Oberhautgewebe,
   Gewebe der ächten Drüsen.

II. **Gewebe der Bindesubstanz:**
   Einfache Bindesubstanz,
   Knorpelgewebe,
   Faserige Bindesubstanz (Bindegewebe und elastisches Gewebe),
   Knochengewebe und Zahnbein.

III. **Muskelgewebe:**
   Gewebe der glatten Muskeln,
   Gewebe der quergestreiften Muskeln.

IV. **Nervengewebe.**

Eine Eintheilung der **Organe** ist noch misslicher als eine solche der Gewebe. Nur zwei Gewebe, das Zellengewebe und die Bindesubstanz, bilden **für sich allein** Organe einfacher Art; in allen **höheren Organen** dagegen sind alle Gewebe, ja selbst einfache und zusammengesetzte Organe, vertreten, so jedoch, dass meist das eine oder andere Gewebe das Uebergewicht hat, was bei einer Eintheilung berücksichtigt werden kann.

Diesem zufolge unterscheide ich:

A. **Einfache Organe.**

   I. **Organe des Zellengewebes:**
      Oberhäute, Haare, Nägel, Linse,
      Einfache Drüsen ohne Bindegewebshülle.

   II. **Organe der Bindesubstanz:**
      Glaskörper,
      Chorda dorsalis, gefässlose Knorpel, elastische Knorpel,
      Sehnen, Bänder, Fascien etc.

B. **Zusammengesetzte Organe.**

   III. **Organe mit Vorwiegen des Zellengewebes:**
      Grössere ächte Drüsen.

   IV. **Organe mit Vorwiegen der Bindesubstanz:**
      Gefässhaltige Bindegewebshäute (äussere Haut, Schleimhäute, seröse Häute, eigentliche Gefässhäute),
      Knochen, Zähne,
      Gefässe,
      Blutgefässdrüsen.

   V. **Organe mit Vorwiegen des Muskelgewebes:**
      Glatte und quergestreifte Muskeln.

   VI. **Organe mit Vorwiegen des Nervengewebes:**
      Ganglien, Nerven, Hirn, Mark.

   VII. **Organe, in denen alle Gewebe vertreten sind:**

Die einzelnen Organe des Darmes, der Geschlechtsorgane und der grösseren Drüsen,
Höhere Sinnesorgane.

Die Organe treten endlich noch zu besonderen Systemen zusammen, deren sich folgende unterscheiden lassen:

1) Das System der äussern Haut, bestehend aus der Lederhaut, der Oberhaut, den Horngebilden und den grösseren (Milchdrüse) und kleineren Drüsen der Haut.
2) Das Knochensystem mit den Knochen, Knorpeln, Bändern und Gelenkkapseln.
3) Das Muskelsystem mit den Muskeln des Stammes und der Extremitäten, den Sehnen, Fascien, Sehnenbändern und Schleimbeuteln.
4) Das Nervensystem mit den grossen und kleinen Centralorganen, den Nerven und höheren Sinnesorganen.
5) Das Darmsystem mit dem Darmcanal, den Speicheldrüsen, der Schilddrüse, der Leber, der Bauchspeicheldrüse und den Athmungsorganen.
6) Das Gefässsystem mit dem Herzen, den Blut- und Lymphgefässen, sowie den Lymphdrüsen, der *Thymus* und der Milz.
7) Das Harn- und Geschlechtssystem.

Da die einzelnen Organe und Systeme im besonderen Theile eine ausführliche Besprechung finden, so braucht hier nicht ausführlicher auf dieselben eingegangen zu werden und ist daher nur noch übrig, die Gewebe selbst näher zu schildern, wobei zugleich auch noch einiges Allgemeine über die Organe am passendsten sich anschliessen wird.

Die Eintheilungen der Gewebe, die bei den neuern Autoren sich finden, weichen sehr von einander ab, was sich leicht begreift, wenn man erwägt, dass die Histiologen nicht einmal darüber einig sind, was ein Gewebe sei. *Henle* rechnet Blut, Lymphe, Schleim, Eiter, Milch, Samen (denen auch noch der Hauttalg, Ohrenschmalz und die Secrete der grössern Schweissdrüsen beigesellt werden könnten), *Frey* weniger folgerichtig nur Blut, Lymphe und Chylus zu den Geweben, während *Leydig* und *ich* die Flüssigkeiten des Körpers sammt und sonders ausschliessen. Meiner Meinung nach liegt im Worte Gewebe (*tissu*) erstens der Begriff des Festen und zweitens der des verhältnissmässig Unwandelbaren, oder besser ausgedrückt, einer derartigen Vereinigung von Formtheilen, dass sie ihre gegenseitige Lage unabänderlich bewahren, und kann ich mich daher nicht entschliessen, Flüssigkeiten mit Formelementen, deren Anordnung durch kein Gesetz bestimmt ist und fortwährend sich ändert, zu den Geweben zu zählen. Das was ich Gewebe nenne, habe ich versucht unter Berücksichtigung der Form, Mischung, Entwickelung und Verrichtung zu ordnen, und halte ich meine Eintheilung auf jeden Fall für besser als diejenigen, welchen nur eine einzige Seite, wie z. B. die Form oder Verbindungsweise zu Grunde gelegt ist.

I. Zellengewebe.

§. 19.

Das Oberhaut- und Drüsengewebe, welche ich zum Zellengewebe zusammenfasse, haben das Gemeinschaftliche, dass sie beide aus der zusammenhängenden Zellenschicht hervorgehen, welche die innere und äussere Oberfläche des embryonalen Leibes bekleidet, und auch im ausgebildeten Zustande wesentlich aus Zellen bestehen, welche in dem einen Gewebe in flächenartig ausgebreiteten Lagen oder grösseren zusammenhängenden Haufen auftreten, während sie in dem andern meistens Hohlräume einschliessen. In beiden Geweben findet sich als eine mehr weniger verbreitete Erscheinung das Vorkommen von Extracellularsubstanzen, welche als Ausscheidungen ihrer Zellen anzusehen sind und bei den Drüsen als *Membranae propriae* die Drüsenelemente umgeben oder (bei Wirbellosen) als *Tunicae intimae* die

Drüsencanäle unmittelbar begrenzen, beim Oberhautgewebe als flächenartig ausgebreitete Häute (*Basement membranes*) zwischen die Zellen und die sie tragenden gefässreichen Theile sich legen, mit denen sie oft innig verschmelzen, oder als *Cuticulae* deren freie Oberflächen bekleiden. Mit Bezug auf die Formen und chemische Zusammensetzung der Zellen, so stimmen beide Gewebe sehr überein, und was die physiologischen Verhältnisse anlangt, so möchten diese eine Vereinigung des Oberhaut- und Drüsengewebes noch mehr rechtfertigen, indem wenigstens die Hauptthätigkeit der Drüsen, die Ausscheidung, auch sehr vielen Oberhautgebilden zukommt. Ausserdem sind die letztern freilich auch bei der Aufsaugung betheiligt, die nur einer geringen Anzahl von Drüsen zugeschrieben werden kann, und zeigen noch ganz besondere Beziehungen, was jedoch die Verwandtschaft der beiden Gewebe nicht weiter beeinträchtigt.

Zum Zellengewebe, d. h. zum Oberhautgewebe, rechnete man bisher auch die sogenannten Epithelien der Blutgefässe, der serösen Säcke und kleinerer interstitieller Hohlräume (Gelenkkapseln, Schleimbeutel, vordere Augenkammer), es erscheint mir jedoch gerathen, diese Bildungen von dem genannten Gewebe zu entfernen und zur einfachen zelligen Bindesubstanz zu stellen, wie ich diess in meinen *Icones histiologicae II.* S. 97 schon mit den Elementen, die die Wandungen der feinsten Gefässe und der Tracheen bilden, vorgeschlagen habe. Uebrigens hat schon vor mir *Rindfleisch* auf die bedeutenden genetischen, anatomischen und physiologischen Differenzen der Epithelien der serösen Häute einerseits und der Epidermis und der Schleimhautepithelien anderseits hingewiesen (*Virch.* Arch. Bd. 23, 1862, St. 523) und die ersteren ohne weiteres plattgedrückte Bindegewebszellen genannt. Später hat *W. His* in einem trefflichen Programme (Die Häute und Höhlen des Körpers, Basel 1865) diese Unterschiede ausführlich auseinandergesetzt und die zelligen Bekleidungen aller Interstitien des Körpers, die nicht aus den beiden epithelialen Blättern des Keimes entstehen als »unächte Epithelien« oder »Endothelien« den andern gegenübergestellt. — Ich schliesse mich der Grundanschauung der genannten zwei Forscher an und hebe hier noch kurz die Haupteigenthümlichkeiten der beiden Gewebe hervor:

1. Das Zellengewebe entwickelt sich ganz und gar aus den beiden Epitheliallagen des Keimes, die unächten Epithelien aus dem mittleren Keimblatte, bei welcher Annahme vorausgesetzt wird, dass die neuen Angaben von *His* über die Entwickelung der Wolff'schen Körper und der Geschlechtsdrüsen aus dem Hornblatte richtig sind.

2. Die Zellen, die die unächten Epithelien bilden, sind anfänglich den Elementen des mittleren Keimblattes gleich, später unterscheiden sie sich nach und nach von denselben und gestalten sich zu dünnen zelligen Häuten, welche theils Spaltungslücken auskleiden (seröse Häute, Schleimbeutel u. s. w.), theils die Bluträume begrenzen, theils endlich im mittleren Keimblatte befindliche Organe scheidenartig umgeben (Scheiden der Ganglienkugeln und peripherischen Nerven).

3. Aus dem Gesagten erklärt sich einmal die wechselnde Gestaltung der Oberfläche der Bindegewebslücken, die bald von ganz zusammenhängenden Zellenhäuten bekleidet wird (seröse Häute, vordere Augenkammer, Lücke zwischen *Arachnoidea* und *Dura mater*) bald nur stellenweise einen solchen Ueberzug erkennen lässt (Gelenkkapseln, Schleimbeutel, Sehnenscheiden), bald endlich eines Beleges ganz ermangelt (Unterarachnoidealraum, *Bursae mucosae subcutaneae*, äussere Räume im Labyrinthe des Ohres) und zweitens der Umstand, dass die Zellen, wo sie vorkommen, nicht immer einen epithelartigen Ueberzug bilden, sondern theils in ganz compacten Massen auftreten, wie ich diess schon längst von den Synovialzotten schilderte (Mikr. Anat. I.), theils ohne scharfe Grenze in das tiefere Bindegewebe übergehen (*His*). — Bei den Gefässen ferner, bei denen die Anlagen der Wandung und des Blutes ursprünglich eins sind, wird es begreiflich, dass die Zellen der Wandungen und die des Inhaltes (die Blutzellen) in gewisser Beziehung zu einander stehen, so dass Wandzellen sich ablösen und zu Blutzellen werden können, wie diess bei Wirbellosen (*Clepsine*) gesehen ist und wahrscheinlich auch in den Lymphgefässen der höheren Geschöpfe sich findet.

4. Zwischen den ächten und unächten Epithelien bestehen gewisse anatomische, physiologische und pathologische Unterschiede, die *His* gut auseinandergesetzt hat. Die-

selben laufen wesentlich darauf hinaus, dass die Zellen der unächten Epithelien im Allgemeinen wenig oder kein Cytoplasma enthalten und daher im Stoffwechsel nur eine geringe Rolle spielen.

Bezüglich der Stellung, die den unächten Epithelien zu geben ist, so scheint mir ihre Einreihung bei der einfachzelligen Bindesubstanz die zweckmässigste, doch vergesse man nicht, dass bei allen Geweben Mittelgebiete vorkommen, welche ganz scharfe Trennungen unmöglich machen, in welcher Beziehung ich auf meine *Icones histiol. II.* verweise und was den Namen anlangt, so kann ich den von *His* vorgeschlagenen »*Endothelium*« nicht billigen, da »Epithel« von θηλή, die Brustwarze, abstammt. Ich nenne die hier abgezweigten Häute: Zellenhäute, *membranae cellulosae* oder mit *His* unächtes Epithel, *Epithelium spurium*.

§. 20.

Oberhautgewebe. Der morphologische Grundzug des Oberhautgewebes ist der, abgesehen von den von ihm gebildeten geformten Ausscheidungen, einzig und allein aus selbständigen, ohne sichtbare Zwischensubstanz innig verbundenen, meist kernhaltigen Zellen zu bestehen, welche zum Theil noch vollkommene Bläschennatur besitzen und dann einen verschiedenen Inhalt (Eiweiss, Schleim, Farbstoffe, Fett u. s. w.) führen, zum Theil in feste Schüppchen und Fasern umgewandelt sind, die nur z. Th. durch Reagentien in Bläschen sich umwandeln lassen. Gewisse weiche Oberhäute zeigen an den Zellen oberflächlich einen Besatz mit freien, in beständiger Bewegung begriffenen Haaren, die sog. Wimper- oder Flimmerhärchen (*Cilia vibratilia*), Bildungen, die mit Wahrscheinlichkeit als Fortsätze des Zelleninhaltes betrachtet werden dürfen. In chemischer Beziehung ist dieses Gewebe noch wenig bekannt, doch ist soviel ausgemacht, dass die Zellen desselben vorzüglich eiweissartige Substanz, zum Theil auch Schleim enthalten und anfänglich alle leicht lösliche Eiweisshüllen besitzen, die jedoch später an manchen Orten in einen in Alkalien und Säuren mehr oder weniger Widerstand leistenden Stoff, die sogenannte Hornsubstanz, sich umwandeln. Die physiologische Bedeutung des Oberhautgewebes ist, abgesehen von der Linse und den Ausscheidungen desselben, denen, wie den *Cuticulae*, Chitinlagen, dem Zahnschmelz u. s. w., ganz besondere Leistungen zukommen, vorzüglich die, gefäss- und nervenreichen Theilen des Organismus als schützende Hülle zu dienen und durch Thätigkeit seiner Elemente bei der Ausscheidung und Aufsaugung sich zu betheiligen. Alle Oberhautgebilde sind gefässlos und erhalten sich aus einem von den tiefer gelegenen Gefässen in sie übertretenden Säfte. Die meisten derselben erzeugen sich äusserst leicht wieder, wenn ihre ausgebildeten Theile verloren gehen und wachsen in diesem Falle, vorzüglich durch Vermehrung ihrer tieferen Elemente durch Theilung nach; auch wenn sie ganz verloren gehen, erzeugen sie leicht sich neu.



Fig. 11.

Das Oberhautgewebe tritt in folgenden Formen auf:

A. Als eigenthümliches Oberhautgewebe. Hierher gehören:

1) Das Horngewebe. Dasselbe besteht immer aus dichteren Zellenmassen, die in der Nähe der gefässhaltigen Grundlage (*matrix*) weich, entfernter von derselben mehr oder weniger fest und hart (verhornt) sind, und auch häufig die ursprüngliche Bläschennatur und den Zellenkern verloren haben und zu sogenannten Hornplättchen geworden sind. Hierher gehören folgende Organe:

a) Die Epidermis oder Oberhaut, welche die äussere Fläche des Körpers bekleidet und an den grossen Oeffnungen der innern Höhlen in die Epithelial-

Fig. 11. Hornschichtplättchen des Menschen, 350mal vergr. 1. Ohne Zusätze von der Fläche, eines mit einem Kern. 2. Von der Seite.

bekleidungen derselben sich fortsetzt. Dieselbe besteht aus zwei ziemlich scharf getrennten Schichten, der Schleimschicht, mit weichen, mehr rundlich-vieleckigen, unter gewissen Verhältnissen gefärbten Zellen, die sich an alle Unebenheiten der die Oberhaut ernährenden Lederhaut genau anschmiegt und nach aussen in die vieleckige Plättchen besitzende Hornschicht übergeht.

) Die Nägel. Dieselben können als ein umgewandelter Theil der Oberhaut angesehen werden, deren Hornschicht eine noch grössere Festigkeit erlangt hat und mit der Schleimschicht auf einer besondern vertieften Fläche der Lederhaut, dem Nagelbette, aufliegt, zum Theil selbst in einer besonderen Furche, dem Nagelfalze, steckt.

) Die Haare, fadenförmige Oberhautgebilde, die in einem besondern, aus der Lederhaut hervorgegangenen und von einer Fortsetzung der Epidermis ausgekleideten Sacke, dem Haarbalge, auf einer gefässreichen Papille sitzen. Die an dieser Papille befindlichen Elemente sind weich und bläschenförmig, die weiter davon entfernten zu dreierlei Zellenformen, Plättchen, platten Fasern und rundlich-eckigen Zellen umgewandelt.

2) Die Oberhäutchen, Epithelia, mit weichen, nirgends fester verrnten, kernhaltigen Zellen, die bei rundlicher, vieleckiger, walzenförmiger oder gelförmiger Gestalt bald Flimmern besitzen, bald nicht und in einfacher oder mehrher Schicht sich finden, wonach sich folgende Formen derselben ergeben:

a) Einschichtiges Epithelium

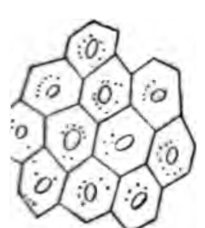


Fig. 12.

1) mit rundlich-vieleckigen Zellen in einer oder wenigen Lagen, einfaches Pflasterepithelium. (Fig. 12.)
Findet sich als Bekleidung der *Plexus chorioidei* des Erwachsenen, der innern Fläche der *Chorioidea* und *Iris* (Pigmentschicht), der innern Seite der vordern Hälfte der Linsenkapsel, der Innenfläche der *Tubuli membranacei* und *Sacculi* im Labyrinthe und vieler Drüsencanäle (Schweissdrüsen, Ohrenschmalzdrüsen, *Ductus interlobulares* der Leber, *Rete Halleri*, Samenleiter, Samenbläschen, Lungenbläschen, *Thyreoidea*).

mit cylindrischen Zellen, Cylinderepithelium. (Fig. 13.)
Im Darme von der *Cardia* bis zum *Anus*, in den Ausführungsgängen der Magensaftdrüsen, sowie aller andern Drüsen, die in den Darm münden, ebenso der Milch- und Thränendrüsen; ferner in der männlichen *Urethra*, der *Prostata*, den Ausführungsgängen der *Cowper*'schen und *Bartholini*'schen Drüsen.



Fig. 13.

Fig. 14.

mit walzenförmigen oder kegelförmigen flimmernden Zellen, flimmerndes einfaches Cylinderepithelium. (Fig. 10.)
Epithel der feinsten Bronchien, der Nebenhöhlen der Nase z. Th., des Nebenhodens, des Uterus, von der Mitte des Mutterhalses an, der Tuben, bis auf

Fig. 12. Epidermis eines zweimonatlichen menschlichen Embryo noch weich wie Epielium, 350mal vergr.
Fig. 13. Epithel der Darmzotten des Kaninchens, 350mal verg.
Fig. 14. Flimmerzellen aus den feineren Bronchien, 350mal vergr.

die äussere Fläche der Fimbrien, der Canäle des Nebeneierstocks und des *Canalis medullae spinalis*,

4) mit rundlichen flimmernden Zellen, flimmerndes einfaches Pflasterepithelium.

Epithel der Hirnhöhlen von Embryonen und Erwachsenen, Epithel der Paukenhöhle z. Th.

b) Mehrschichtiges Epithelium

1) mit cylindrischen oder rundlichen Zellen in der Tiefe, rundlichen polygonalen meist mehr oder weniger abgeplatteten Zellen oben, geschichtetes Pflasterepithelium. (Fig. 15.)

Epithel der Mundhöhle, des Pharynx z. Th., der Speiseröhre, Stimmbänder, Thränencanälchen, Bindehaut der Augen, der Scheide und weiblichen Urethra, der Harnblase, Ureteren und des Nierenbeckens.

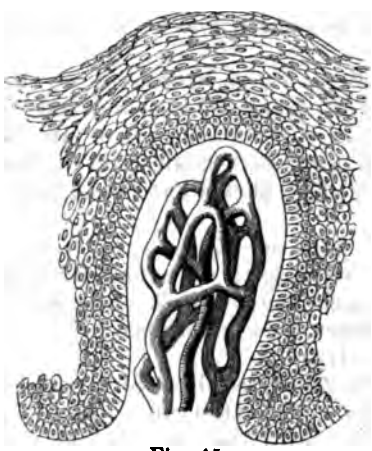


Fig. 15.

2) mit rundlichen Zellen in der Tiefe, länglichen in der Mitte, flimmernden, kegelförmigen oben, geschichtetes Flimmerepithelium (Fig. 16).

Epithel des Kehlkopfes, der Trachea und der grösseren Bronchien, der Nasenhöhle des Menschen, mit Ausnahme gewisser Gegenden der *Regio olfactoria*, des *Antrum Highmori*, des Thränensackes und des Thränenganges, der obern Hälfte des Pharynx und der *Tuba Eustachii*.

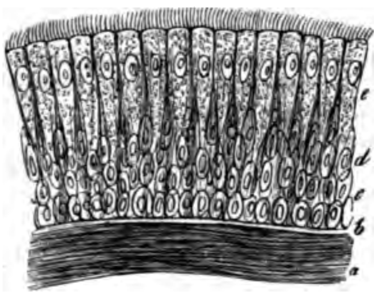


Fig. 16.

3) Mit langen schmalen Zellen ohne Wimpern in zwei Lagen, geschichtetes Cylinderepithel.

Epithel der *Regio olfactoria* von Thieren.

B. Als Linsengewebe.

Die Linse ist, wie die Entwickelungsgeschichte lehrt, ein Oberhautgebilde und entwickeln sich auch ihre langen, z. Th. noch röhrigen, z. Th. durch und durch gleichartigen Fasern jede durch Verlängerung einer einzigen Epithelialzelle der Linsenkapsel. Nichtsdestoweniger verdient dieselbe eine besondere Stellung, theils wegen ihrer chemischen Zusammensetzung, theils wegen der ganz besonderen Form ihrer Elemente.

In Betreff der geformten Ausscheidungen des Oberhautgewebes, verweise ich auf die §§. 13 und 15 und meine dort angeführte ausführliche Abhandlung. Beim Menschen finden sich von solchen nur 1) die structurlosen *Membranae propriae* von Drüsenelementen (Harncanälchen, Eisäckchen, Schweisscanäle etc.), 2) gewisse sogenannte *Basement membranes*, die nicht zur Bindesubstanz gehören (Linsenkapsel, *Membrana Demoursii*, Glaslamelle der *Chorioidea*), 3) der Zahnschmelz.

Fig. 15. Eine einfache Papille mit mehrfachen Gefässen und Epithel vom Zahnfleisch eines Kindes. 250mal vergr.

Fig. 16. Flimmerepithelium von der Trachea des Menschen, 350mal vergr. *a.* äusserster Theil der elastischen Längsfasern, *b.* helle äusserste Lage der Mucosa, *c.* tiefste runde Zellen, *d.* mittlere längliche; *e.* äusserste Flimmern tragende.

4) die *Membrana Cortii* in der Schnecke und die Verdickungen an der freien Wand der Dünndarmcylinder und die starren Fortsätze an den Haarzellen in der *Cochlea*.

Ich erwähne hier noch einige seltenere und vergleichend anatomische Thatsachen:

1) Epithelzellen mit Ausläufern, die selbst verästelt vorkommen, finden sich in geschichteten Flimmerepithelien, besonders in den Nasenhöhlen (*Ecker, Eckhard, M. Schultze*), in der *Membrana granulosa* des Barscheies, welche zur äussern Eihülle wird (Würzb. Verh. VIII. Taf. III. Fig. 30), bei den Epithelzellen der Höhlen des centralen Nervensystems (*Hannover, Stilling*), im embryonalen Schmelzorgane (*ich*), wo sie ganz wie sternförmige Bindegewebskörperchen aussehen und auch anastomosiren, endlich in der Epidermis und in geschichteten Epithelien (Stachel- und Riffzellen, *M. Schultze*). In neuerer Zeit sind solche Ausläufer auch an der Zunge des Frosches (*Billroth*) und dem Epithel des Dünndarmes (*Heidenhain*) beschrieben worden, jedoch wohl noch nicht mit hinreichender Sicherheit erwiesen.

2) In der Haut vieler Fische (*Teleostier, Ganoiden*, nicht bei *Plagiostomen*) bei *Proteus* und den Larven der Landsalamander kommen, wie *Leydig* zuerst gezeigt hat, neben den gewöhnlichen Elementen grössere mit zähem, körnigem oder auch ganz hellem Inhalt gefüllte Zellen (Schleimzellen, *Lg.*) vor, die ihr Secret vielleicht durch Bersten entleeren. Hierher gehören vielleicht auch die im Darmepithel vieler Thiere vorkommenden Körnerzellen, denen ich auch die von *Gegenbaur* in der Lunge von *Batrachiern* gefundenen Secretionszellen anreihe. Noch eigenthümlicher sind in der Epidermis von *Ammocoetes* von *mir* und in der von *Petromyzon* durch *M. Schultze* gefundene kolbenförmige Zellen, die nach *Sch.* das Licht doppelt brechen (*Kölliker* in Würzb. nat. Z. I. St. 1; *M. Schultze* in Müll. Arch. 1861, St. 228; *H. Müller* in Würzb. nat. Z. V. St. 43).

3) Einzellige Drüsen mit Oeffnungen aus umgewandelten Epithelzellen hervorgegangen, fand *ich* in der Epidermis von *Protopterus* (*Lepidosiren*) *annectens* (Würzb. nat. Z. I. St. 12), die vor kurzem *Paulsen* bestätigte.

4) Verästelte Pigmentflecken (Zellen?) in der Epidermis sahen *Leydig* bei *Rana, Menopoma, Lacerta* (Hist. p. 87), *H. Müller* beim Stör, Frosch und der Ratte (*Conjunctiva*). Pigmentverästelungen ausgezeichneter Art fand *ich* in der Epidermis von *Lepidosiren*, welche jedoch mit Zellenkörpern in der Cutis zusammenhängen und somit nur als in die Epidermis eingewanderte Bildungen aufgefasst werden können.

5) Bei *Myxine* entstehen in den Epithelialzellen der Schleimsäcke und, wie *ich* entdeckt habe, auch in gewissen Zellen der eigentlichen Epidermis sonderbare aufgewickelte Fäden, die die Zellen ganz erfüllen.

6) Die Untersuchungen vieler neuern Autoren weisen darauf hin, dass an gewissen Orten Epithelzellen oder Theile von Epithelien mit tiefer liegenden Elementen zusammenhängen. So wollen Einige Verbindungen der unter 1) erwähnten Ausläufer mit Bindegewebskörperchen gesehen haben, Angaben, die noch sehr der Bestätigung bedürfen, während es dagegen nicht zweifelhaft ist, dass an gewissen Orten (Geruchsorgan, Labyrinth, Zunge des Frosches, Conjunctiva der Säuger [*Hoyer, ich*] u. s. w.) die Nerven mit zwischen den Epithelzellen befindlichen Elementen enden, von denen allerdings noch nicht nachgewiesen ist, ob sie ursprünglich dem Epithel angehören, oder nur in dasselbe hineingewachsen sind.

7) In der Schnecke der Säuger sind Epithelzellen in eigenthümliche starre Fasern, die Corti'schen Fasern, umgebildet (*ich*).

8) Von den bei Thieren sehr verbreiteten geformten Ausscheidungen an einzelnen Epithelzellen oder ganzen Epithelien, mache ich hier nur diejenigen der Wirbelthiere namhaft, die beim Menschen nicht vorkommen. Es sind a) die verdickten porösen Säume der äussersten Epidermiszellen von *Petromyzon, Myxine* und *Protopterus* (*Leuckart, ich*), b) die kleinen Hornzähne der Batrachierlarven, c) der hornige Beleg im Muskelmagen der Vögel, der vorzüglich aus von den Magendrüsen gebildeten Fäden besteht (*Molin, Curschmann*).

Abgesehen von diesen Verhältnissen, die z. Th. im besonderen Theile noch ausführlicher werden besprochen werden, zeigt das Oberhautgewebe bei Thieren keine sehr erheblichen Abweichungen. Eine der Arten desselben, das Horngewebe, erscheint bei Thieren verbreiteter und zum Theil in eigenthümlichen Formen. Es gehören zu demselben

a) von Gebilden, die der äusseren Haut angehören, die Krallen, Klauen, Hufe, Hörner, Stacheln, Platten und Schilder, Schwielen, Borsten, Federn, Penisstacheln, die Klapper der Klapperschlange; *b*) von Schleimhautauswüchsen: die Hornscheiden der Kiefer der Vögel, Schildkröten, von *Siren* und *Ornithorhynchus*, der Batrachierlarven (die grösseren Zähnchen), die Walfischbarten, die Zungenstacheln und Platten von Vögeln, Säugern und einigen Amphibien, die Stacheln der Speiseröhre von Schildkröten. In allen diesen Gebilden sind, jedoch oft nur mit Hülfe von kaustischen Alkalien, Hornplättchen dieser oder jener Art, wie in den Horngebilden des Menschen, zu erkennen.

Literatur. *Purkyně et Valentin*, *De phaenomeno generali et fundamentali motu vibratorii continui. Vratisl.* 1835. (Entdeckung der Flimmerbewegung bei höhern Thieren). *Henle*, *Symbolae ad anatom. vill. int. Berol.* 1837; über die Ausbreitung der Epithelien im menschlichen Körper. Berlin 1838, und über Schleim- und Eiterbildung und ihr Verhältniss zur Oberhaut (erste genaue Beschreibung der verschiedenen Oberhautzellen); *Valentin*, Art. »Flimmerbewegung« im Handw. d. Physiol.; *Kölliker*, in Würzb. Verh. Bd. VI (Poren der Darmcylinder) und Bd. VIII (Cuticularbildungen); *Billroth*, Ueber die Epithelialzellen der Froschzunge sowie über den Bau der Cylinder- und Flimmerepithelien und ihr Verhältniss zum Bindegewebe in *Müll.* Arch. 1858. p. 174.

§. 21.

Gewebe der Drüsen. Die Drüsen besitzen als wesentlichsten Bestandtheil die absondernden Elemente, die als Zellenstränge, geschlossene Drüsenblasen und offene Drüsenbläschen und Drüsenschläuche auftreten und die sogenannten Drüsen- oder Drüsengewebszellen als wichtigsten Bestandtheil enthalten. Diese Zellen stimmen in Anordnung und Form ganz mit gewissen Epithelzellen überein, weshalb man sie gewöhnlich, um so mehr, da sie auch durch ihre Lage und Entwickelung zum Oberhautgewebe gehören, als Epithelien der Drüsen bezeichnet, doch ist nicht zu übersehen, dass dieselben sehr häufig durch

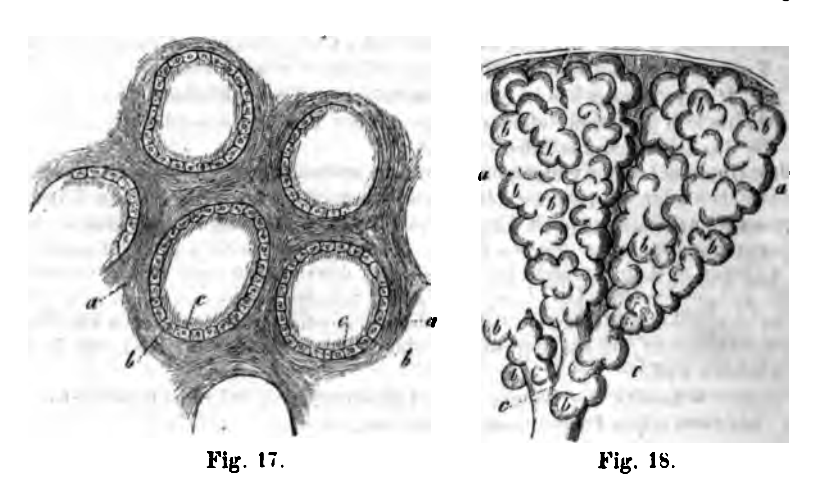


Fig. 17. Fig. 18.

einen eigenthümlichen Inhalt ausgezeichnet sind, so wie dass nicht alle Formen der Epithelien in den eigentlich absondernden Theilen der Drüsen vertreten sind, sondern

Fig. 17. Einige Drüsenblasen aus der Schilddrüse eines Kindes, 250mal vergr. *a*. Bindegewebe zwischen denselben. *b*. Membran der Drüsenblasen. *c*. Epithel derselben.

Fig. 18. Zwei kleine Lungenläppchen *aa*. mit den Luftzellen *bb*. und den feinsten Bronchialästchen *cc*., an denen ebenfalls noch Luftzellen sitzen. Von einem Neugeborenen. 25mal vergr. Halb schematische Figur.

nur die einfacheren derselben, wie das einfache Pflasterepithel (Schleimdrüsen, Schweissdrüsen, Nieren, Speicheldrüsen u. s. w.), das einfache Cylinderepithel (kleine Darmdrüsen) und das einfache Flimmerepithel (Nieren von Amphibien, Uterindrüsen von Säugern). Die Vereinigung der Drüsenzellen zu den absondernden Theilen der Drüsen geschieht unter Mitwirkung gleichartiger, durch Ausscheidungen der Drüsenzellen gebildeter Häute, sog. *Membranae propriae*, oder des Bindegewebes. So entstehen die je nach den verschiedenen Drüsen verschiedenen absondernden Drüsenelemente, welche dann noch von Gefässen und Nerven umsponnen und durch Bindegewebe, dem häufig elastische Fasern, Fettzellen und selbst Muskeln beigemengt sind, zu den grösseren und kleineren Abtheilungen der Drüsen zusammengefasst werden.

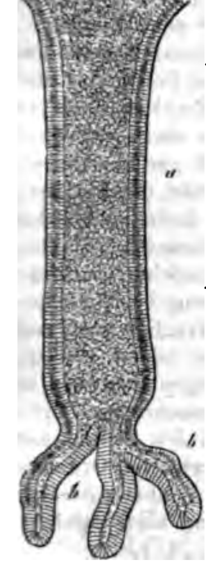


Fig. 19.

Die Hauptformen der absondernden Drüsenelemente beim Menschen sind folgende:

1) Geschlossene Blasen mit Faserhaut, *Membrana propria* und Epithel. *Graaf*'sche Bläschen der Eierstöcke. Follikel der *Thyreoidea*. *Glandula pinealis* des Störs (*Leydig*). (Fig. 17).

2) Offene rundliche oder längliche Drüsenbläschen mit einer *Membrana propria* oder einer Faserhaut und einem Epithel. In den traubenförmigen Drüsen. Fig. 18).

3) Offene Drüsenschläuche mit einer *Membrana propria* oder einer Faserhaut und einem Epithel. Röhrenförmige Drüsen. Hier sind weiter zwei Formen zu unterscheiden:

a) Drüsenschläuche ganz mit Zellen erfüllt, mit zarter, stellenweise selbst verkümmernder Hülle (Leber, Magensaftdrüsen);

b) Drüsenschläuche mit deutlicher Höhlung und vollkommener äusserer Hülle (Nieren, Hoden, Schweissdrüsen, schlauchförmige Darmdrüsen, Magenschleimdrüsen. Fig. 20).

Zu diesen Elementen kommen nun noch, ausser bei den sub 1 genannten Drüsen, die durch zeitweiliges Bersten ihrer Blasen den Inhalt derselben entleeren oder denselben einfach ausschwitzen lassen, und den einfachsten schlauchförmigen Drüsen, die unmittelbar an der Oberfläche der Schleimhäute sich öffnen, besondere Ausführungsgänge, die nach vielfacher Verästelung in die Drüsenbläschen und Drüsenschläuche übergehen, oder, wie in der Leber, mit dem absondernden Zellennetze sich verbinden. Diese Gänge gleichen anfangs in ihrem Baue den absondernden Theilen noch sehr, haben aber doch immer Epithelialzellen, die des besonderen Inhaltes der eigentlichen Drüsenzellen ermangeln, meist auch eine andere Form als dieselben zeigen. Stärkere Ausführungsgänge bestehen aus einer Faserhaut und einem Epithel und besitzen oft noch eine Muskellage, und in den letzten Abschnitten derselben treten sehr häufig eine Faserhaut, Muskelhaut und eine Schleimhaut als besondere Gebilde auf.

In chemischer Beziehung sind die Drüsen noch wenig bekannt. Die Drüsenzellen, als die wichtigsten Gebilde, schliessen sich auch in diesem Puncte an die Epithelialgebilde an, nur dass sie häufig im Innern ganz besondere Stoffe, wie Fett, die Bestandtheile der Galle, des Harnes, Magensaftes, Schleim, Leucin, Tyrosin, Zucker u. s. w. enthalten und hierdurch ein besonderes Gepräge gewinnen.

Fig. 19. Magendrüse des Hundes vom *Pylorus* mit Cylinderepithel. *a* Grosse Drüsenhöhle. *b*. Schlauchförmige Anhänge derselben.

Die Drüsen scheiden entweder gewisse Bestandtheile aus dem Blute ab oder bereiten vermittelst desselben eigenthümliche Stoffe oder Formelemente, und je nachdem ist auch die Bedeutung ihrer einzelnen Theile eine verschiedene. In den erstgenannten Drüsen spielen die Drüsenzellen eine mehr untergeordnete Rolle und sind höchstens insofern von Wichtigkeit, als sie den Uebergang dieser oder jener Blutbestandtheile verhindern und nur gewisse derselben durchlassen (Thränendrüsen, kleine Schweissdrüsen, Lungen), in den andern dagegen kommt den Zellen eine sehr wesentliche Betheiligung an der Bildung des Drüsensaftes zu, indem dieselben in sich besondere Stoffe erzeugen, welche dann entweder aus ihnen heraussickern (Leber, Schilddrüse, Schleimdrüschen, Magensaftdrüsen, *Prostata*, *Cowper*'sche Drüsen, Speicheldrüsen, *Pancreas*) oder, indem die Zellen selbst sich lösen und nach und nach zerfallen, frei werden (Milchdrüse, Fett absondernde Drüsen, Hoden, grosse Schweissdrüsen, Ohrenschmalzdrüsen). Im letztern Falle treten an die Stelle der reifen vergehenden Drüsenzellen oder der sogenannten Drüsensaftzellen beständig neue Elemente, welche einer immerwährenden Theilung und Vermehrung der Drüsenzellen in den letzten Enden der Drüsen ihren Ursprung verdanken. Diess hat zur Folge, dass die Drüsenbläschen und Schläuche solcher Drüsen stets ganz mit Zellen erfüllt sind, welche letztern somit ihrer sonstigen Eigenschaft eines Epithels oder einer Auskleidung der Drüsenräume verlustig gehen und so zu sagen ganz und gar als Absonderung erscheinen (Hoden, Milchdrüse während der Lactation). — Alle die hier berührten Drüsen entwickeln sich von den innern und äussern Epithelialbildungen des Körpers aus unter Mitbetheiligung der diese Epithelien tragenden gefässreichen Häute. Die einen derselben treten von Anfang an als Ausstülpungen der bezeichneten Häute auf und behalten die Höhlungen im ganzen Verlaufe ihrer Entwickelung bei (Lungen, kleine Darmdrüsen), andere sind anfangs hohl, erhalten jedoch nachträglich ganz und gar aus Zellen bestehende Auswüchse, durch die sie sich weiter bilden (Leber, *Thyreoidea*), noch andere endlich sind von Anfang an ohne Höhlungen, wachsen in diesem Zustande weiter und bekommen erst in zweiter Linie ihre Binnenräume (Drüsen der Haut, traubenförmige Drüsen). — Der Stoffwechsel geht in den Drüsen mit grosser Lebhaftigkeit vor sich, und gehören dieselben zu den blutreichsten Organen des Körpers. — Eine Wiedererzeugung von Drüsengewebe findet sich, ausser bei den Uterindrüsen, nicht, dagegen kommen Hypertrophien desselben und auch zufällige Bildungen von kleinen Drüsen vor.

Die ächten Drüsen des menschlichen Körpers lassen sich, nach der bezeichneten Form der letzten Elemente, in folgende Abtheilungen bringen:

1) Drüsen mit geschlossenen Drüsenbläschen, die zeitenweise bersten oder beständig geschlossen bleiben. Eierstock, *Thyreoidea*.

2) Traubenförmige Drüsen, bei denen an den letzten Enden der Ausführungsgänge Häufchen rundlicher und länglicher Drüsenbläschen sitzen:

a) einfache mit einem oder wenigen Drüsenläppchen. Schleimdrüschen, Talgdrüsen, *Meibom*'sche Drüsen;

b) zusammengesetzte mit vielen Drüsenläppchen. Thränendrüsen, Speicheldrüsen, *Pancreas*, *Prostata*, *Cowper*'sche nnd *Bartholini*'sche Drüsen, Milchdrüsen, Lungen.

3) Röhrenförmige Drüsen, deren absondernde Elemente die Form von Schläuchen haben:

a) einfache, die nur aus einem oder wenigen blind endenden Schläuchen bestehen. Schlauchförmige Magen- und Darmdrüsen, Uterindrüsen, Schweissdrüsen, Ohrenschmalzdrüsen, *Bowman*'sche Drüsen.

b) zusammengesetzte, mit vielen, verästelten, auch wohl netzförmig verbundenen Drüsencanälen. Hoden, Nieren, Leber.

Die Formen der thierischen Drüsen lassen sich, trotz ihrer Mannichfaltigkeit, mit wenigen Ausnahmen unter eine der vier beschriebenen Abtheilungen bringen. Bemerkens-

werth sind 1) die einzelligen Drüsen von Thieren mit besonderen Ausführungsgängen, die entweder für sich eine Drüse bilden oder zu vielen von einer *Membrana propria* umgeben werden, 2) das Vorkommen einer gleichartigen *Membrana intima* aus Chitin in vielen Drüsen von *Articulaten*, 3) die bedeutende Grösse (bis 0,1''') mancher Drüsenzellen von Insecten, die eigenthümlichen Verästelungen ihrer Kerne (*H. Meckel*), und das Vorkommen von Tracheen im Innern gewisser derselben (*ich*).

Literatur. *J. Müller*, *De glandularum secernentium structura penitiori. Lips.* 1830; *H. Meckel*, Mikrographie einiger Drüsenapparate niederer Thiere, in *Müll.* Arch. 1846; *Fr. Leydig's* vergleichend-anatomische Abhandlungen in Zeitschr. f. wiss. Zoologie und *Müll.* Archiv, ferner dessen Untersuch. über Fische und Reptilien. Berl. 1853.

II. Gewebe der Bindesubstanz.

§. 22.

Allgemeines Gepräge der Bindesubstanz. Die in diese Gruppe gehörenden Gewebe, nämlich die einfache Bindesubstanz, das Knorpelgewebe, das elastische und Bindegewebe, so wie das Gewebe der Knochen und der Zähne zeigen zwar sowohl in histiologischer als in chemischer Beziehung mannichfache Abweichungen, immerhin hängen dieselben durch ihre Entwickelung und ihre Leistungen so innig zusammen, dass es geradezu unmöglich erscheint, sie nicht in eine Abtheilung zusammenzubringen. In letzterer Beziehung dient die Bindesubstanz als Stütze und Umhüllung für die übrigen Theile des Körpers und könnte auch mit einem noch allgemeineren Ausdruck »die Stützsubstanz« genannt werden. Als solche bildet sie einmal die feste Grundlage des ganzen Körpers und die Stütze verschiedener Weichtheile (Knorpel, Knochen und Bänder des innern Skeletes, äusseres Skelet mit Ausnahme der zu den Horngebilden gehörigen Theile, freie Knorpel und Knochen innerer Theile), zweitens die Umhüllung von Organgruppen, ganzen Organen und einzelnen Theilen derselben (Lederhaut, Schleimhäute, Faserhäute, Muskel-, Nerven-, Drüsenscheiden, Gefässe), drittens endlich eine Ausfüllungs- oder Verbindungsmasse zwischen den einzelnen Organen und Organtheilen (Fettgewebe, Knochenmark, lockeres Bindegewebe, Glaskörper, Sehnen). Was den genetischen Zusammenhang zwischen den verschiedenen Geweben der Bindesubstanz anlangt, so ist derselbe nicht so zu denken, als ob eines dieser Gewebe das höchste sei, welches bei seiner Entwickelung der Reihe nach die Formen aller anderen durchlaufe, vielmehr liegt dieser Zusammenhang darin, dass diese Gewebe von einer gleichen Anlage aus in mehreren gleichlaufenden Reihen sich entwickeln, deren Glieder in einander sich umbilden und auch zu einem gleichen Endziele führen können. Gehen wir von dem embryonalen Zellengewebe aus, das als Grundlage aller und jeder Bindesubstanz erscheint, so erhalten wir zunächst zwei Glieder erster Reihe, 1) die einfache zellige Bindesubstanz mit zarten rundlichen oder platten Zellen, die in ihrem Baue den Epithelialgeweben und den embryonalen indifferenten Zellengeweben unmittelbar sich anschliesst, und 2) den Zellenknorpel mit dicht beisammen liegenden dickwandigen Elementen. Jedes dieser Gewebe entwickelt sich dann an bestimmten Orten in besonderer Richtung weiter. Aus dem Zellenknorpel wird mit dem Auftreten einer gleichartigen Grundsubstanz der ächte oder hyaline Knorpel und wenn in der Grundsubstanz von diesem Fasern auftreten, so entsteht entweder der Faserknorpel, wenn die Fasern leimgebend sind, oder der elastische Knorpel, sofern dieselben aus elastischer Substanz bestehen. Wenn endlich eine Knorpelart Kalksalze in grösserer Menge aufnimmt, so wird daraus der Knorpelknochen. Verwickelter ist der Entwickelungsgang der einfachen zelligen Bindesubstanz und kann man hier besonders folgende Entwickelungsreihen unterscheiden:

1) Zwischen den Zellen derselben tritt, ohne dass dieselben ihre Gastalt ändern, eine weiche Zwischensubstanz auf und entsteht so die gallertige einfache

Bindesubstanz, die wieder Unterformen zeigt, je nachdem die Zellen rund oder sternförmig sind, oder Netze bilden und die Grundsubstanz homogen ist oder leimgebende oder elastische Fasern in geringer Menge erzeugt (embryonaler Glaskörper, embryonales lockeres Bindegewebe, *Wharton*'sche Sulze). Aus diesem Gewebe gestaltet sich dann, wenn ein Theil der Zellen zu einem festeren Netzwerke sich ausprägt oder selbst in ein kernloses Fasernetz sich umwandelt, während ein anderer Theil derselben rund bleibt und in Menge sich anhäuft, die sehr eigenthümliche cytogene Bindesubstanz oder die adenoide Substanz (*His*), wie sie in den Balgdrüsen aller Art und in gewissen Schleimhäuten vorkömmt. Auf der andern Seite kann die gallertige einfache Bindesubstanz durch Verlust ihrer Zellen in das einfache Gallertgewebe des *Humor vitreus* des Erwachsenen übergehen, ferner mit weichen oder verkalkten Ablagerungen verschiedner Art auftreten (weiche und verkalkte Axen von Polypen, Kalkkörper niederer Thiere) oder selbst *in toto* verkalken, wie im Gerüste der *Echinodermen* (verkalkte einfache Bindesubstanz).

2) Eine andere Entwickelungsreihe führt zum ächten Knochen und Zahnbein. Als Ausgangspunct dieses Gewebes ist eine einfache zellige Bindesubstanz anzusehen, deren Zellen, indem eine verkalkende Zwischensubstanz zwischen ihnen sich abscheidet, zu den Knochenzellen und Zahnfasern sich gestalten.

3) Am Ende der ganzen Reihe der Bindesubstanzen steht das faserige Bindegewebe, welches sich bildet, wenn die Grundsubstanz der einfachen Bindesubstanz fester wird und in leimgebende Fibrillen zerfällt, während die runden Zellen zu Zellennetzen sich umgestalten, und dessen Hauptarten von dem Vorkommen oder dem Mangel von Fettzellen — Abkömmlingen eines Theiles der ursprünglichen zelligen Elemente der einfachen Bindesubstanz — so wie einer gallertigen Zwischensubstanz und der Anordnung der Zellen und Faserbündel der Grundsubstanz abhängen. Aus dem Bindegewebe endlich geht *a*) durch Verknöcherung hervor der Faserknochen, der, wenn er Zellen enthält, von ächtem Knochen nur wenig sich unterscheidet, im entgegengesetzten Falle jedoch die schon abweichendere osteoide Substanz des Skeletes der Fische darstellt, und *b*) das elastische Gewebe, letzteres dann, wenn in der Zwischensubstanz die Menge der auch sonst fast überall vorkommenden elastischen Fasern ungemein vorwiegt und die Zellen verkümmern.

Fasst man die Endglieder der einzelnen Reihen der Gewebe der Bindesubstanz allein ins Auge, den hyalinen und elastischen Knorpel, die cytogene Bindesubstanz und das Fettgewebe einerseits, das elastische Gewebe, das Bindegewebe, den ächten Knochen und das Zahnbein andererseits, so ist nicht zu läugnen, dass dieselben sehr von einander abweichen, ein Blick auf die ganze Entwickelung dieser Gewebe, die im Vorigen in Kürze vorgeführt wurde und weiter unten ausführlicher dargelegt werden soll, lehrt jedoch bald, dass die Gewebelehre vollkommen Recht hat, wenn sie dieselben so nahe als möglich zusammenbringt. Ein wichtiger Beweis für den innigen Zusammenhang der besprochenen Gewebe liegt nun übrigens noch darin: erstens, dass dieselben verschiedentlich in einander überzugehen fähig sind und scharfe Grenzen zwischen den einzelnen Formen derselben fehlen, sowie zweitens, dass dieselben in der Thierreihe sehr häufig einander vertreten. In ersterer Beziehung sind namentlich folgende Puncte erwähnenswerth.

1) Wo hyaliner Knorpel und Bindegewebe aneinander stossen, fehlt eine scharfe Grenze beider Gewebe ganz und gar und gehen sowohl die Grundsubstanzen als die zelligen Elemente beider allmählich in einander über.

2) Dasselbe zeigt sich an der Grenze des Netzknorpels gegen sein *Perichondrium* und sieht man hier besonders schön, wie die elastischen Fasern beider zusammenhängen und ganz gleichwerthige Bildungen sind.

3) Zahnbein und ächter Knochen kommen bei Thieren in den verschiedenartig-

sten Uebergängen vor und sind besonders erwähnenswerth: das Vorkommen von Knochenzellen im Elfenbein von Zähnen (*Amia*), von Zahnröhrchen in den ächten Knochen des Skeletes (*Ganoiden*) und die Mengung beider Elemente in den Schuppen vieler *Ganoiden*.

4) Bindegewebe und elastisches Gewebe zeigen die mannichfachsten Uebergänge, wie besonders die Beinhäute, oberflächlichen Binden und Gefässhäute lehren, so dass eine scharfe Trennung beider Gewebe unmöglich ist.

5) Das Knorpelgewebe zeigt Uebergänge in verschiedene andere Gewebe der Bindesubstanzen und zwar a) in gallertige Bindesubstanz (in älteren Knorpeln des Menschen bei der Bildung des Knorpelmarkes und von Fischen häufig), b) in ächtes Bindegewebe (in pathologischen Gelenkknorpeln), c) in einfache zellige Bindesubstanz (bei der normalen Ossification von Knorpel). Da im letzteren Falle die einfache Bindesubstanz in zweiter Linie zu ächtem Knochen, zelligem rothem Knochenmark und Fettgewebe sich umgestaltet, so sehen wir hier fast alle Hauptformen der Bindesubstanz in genetischem Zusammenhange.

6) Auf der andern Seite geht auch Bindegewebe über in Knorpel, wie die Entwickelung der Wirbel der *Selachier* lehrt, deren äussere Chordascheide erst ächtes Bindegewebe und später Knorpel ist.

7) Verkalkter Knorpel und ächter Knochen zeigen mannichfache Zwischenstufen wie im Skelete der *Plagiostomen*, in ossificirenden Geweihen, bei der *Rachitis*.

8) Endlich kann noch die in pathologischen Fällen sehr häufige Umwandlung von Bindegewebe und selbst von einfacher Bindesubstanz in Knochen erwähnt werden.

Die Vertretung der Gewebe der Bindesubstanz in der Thierreihe anlangend, so ist hier nicht der Ort, diese Angelegenheit ausführlicher zu besprechen und mache ich daher nur aufmerksam 1) auf das feste Leibesgerüste, das bei niedern Thieren vorzüglich einfache weiche oder verkalkte Bindesubstanz, bei Fischen vorzüglich Knorpel, Knorpelknochen, osteoide Substanz und Zahnbein, bei den höhern Wirbelthieren ächter Knochen ist, 2) auf die Haut, welche nicht nur die verschiedensten Gestaltungen der einfachen Bindesubstanz und des Bindegewebes wiederholt, sondern auch Knorpel- und Knochen-, ja selbst Zahnbildungen der mannichfachsten Art aufzuweisen hat und 3) auf die harte Haut des Auges, die je nach den verschiedenen Thieren Bindegewebe, Knorpel und Knochen zeigt.

Werfen wir nach diesen allgemeinen Betrachtungen einen Blick auf die einzelnen Theile, die in die Zusammensetzung der Bindesubstanzen eingehen, so ergibt sich Folgendes. Die bei fast allen derselben vorkommende Grundsubstanz ist fast überall eine ächte Intercellularsubstanz, doch gibt es Fälle, in denen die verschmolzenen Membranen der Zellen eine Art Grundsubstanz darstellen (Knorpel der *Myxinoiden* z. B.) und andere, in denen die Membranen der Mutterzellen mit der Zwischensubstanz sich vereinen (die meisten ächten Knorpel). Bezüglich auf den Bau, so ist die Grundsubstanz sehr mannichfach gebildet. Hier gleichartig oder feinkörnig, wird sie an anderen Orten streifig oder zeigt selbst getrennte Fäserchen, unter denen wiederum die blasseren der leimgebenden und die dunkleren der elastischen Substanz sich unterscheiden. Ebenso verschieden ist auch der Festigkeitsgrad derselben, der alle Stufen vom schleimigen und gallertartigen bis zum festen, selbst knorpel- und beinharten zeigt. In chemischer Beziehung sind die Schwankungen nicht minder bedeutend, denn wenn die Bindesubstanz schon an vielen Orten (Knochen, Zahnbein und Zahnkitt, ächter Knorpel, das meiste Bindegewebe) leim- oder chondringebend gefunden wird, so wird doch an andern Stellen (Bindesubstanz der Wirbellosen, Schleimgewebe, centrale Masse der Zwischenwirbelknorpel, Gallertgewebe der Fische, elastisches Gewebe, Netzknorpel u. a.) eine solche Zusammensetzung vermisst und an der Stelle des Leimes, Schleim, Eiweiss, eine colloidartige Substanz, Cellulose, sog. *Cornein* u. s. w. gefunden.

Die Zellen der Bindesubstanz sind mannichfacher Art und ist es nicht leicht dieselben zu kennzeichnen. Ich unterscheide folgende Hauptarten:

1. Zellen vom Charakter derjenigen der einfachen zelligen Bindesubstanz.

Diese Zellen sind der Form nach, die im Allgemeinen kugelig oder platt ist, wenig bezeichnend, dagegen mit Bezug auf den innern Bau und die physiologischen Leistungen, sehr verschieden. Die einen dienen als Stützsubstanz, und haben eine wässerige Zellflüssigkeit als Inhalt und festere Membranen (Axenzellen der Tentakel der *Hydrozoen*, Elemente des Zellenknorpels), andere sind platt mit mehr weniger geschwundenem Cytoplasma und stellen theils Begrenzungen von Hohlräumen (*Epithelia spuria*), theils Scheiden anderer Organe dar (Ganglienzellen und Nervenfaserscheiden). Als eine Abart dieser Zellen sind die Zellen der netzförmigen Bindesubstanz zu bezeichnen, die für sich allein oder nur mit wenig Zwischensubstanz zu Scheiden anderer Organe und Elemente (Drüsencanäle, centrale Nervensubstanz) oder zu Gerüsten sich umbilden, die mechanischen Zwecken dienen (folliculäre Drüsen). Wieder andere Zellen werden als Ausfüllungsmasse verwerthet, sind meist zart und haben manchmal einen reicheren Gehalt an Cytoplasma, welcher auf eine gewisse Betheiligung am Stoffwechsel schliessen lässt (Einfache Bindesubstanz der Kruster und Mollusken, Fettgewebe und rothes Knochenmark der Wirbelthiere). Endlich kann auch, wie bei den Fettkörperzellen der *Arthropoden*, das Cytoplasma reichlich sein und die mechanische Bedeutung ganz in den Hintergrund treten.

2. Zellen vom Werthe der Zellen des ächten Bindegewebes oder der Bindegewebskörperchen.

Diese Elemente bilden im Ganzen genommen eine gut bezeichnete Gruppe und liegt ihre Hauptbedeutung in ihrer physiologischen Beziehung zur Entwickelung und Erhaltung der Grundsubstanz der betreffenden Bindesubstanz. Wie jedoch diese Grundsubstanzen in vielen Beziehungen untereinander verschieden sind, so auch die Zellen selbst, die sowohl im Bau als in der Form sehr wechselnde Verhältnisse zeigen. Immerhin kann die Spindel- oder Sternform das Vorkommen von Anastomosen und die geringere Entwickelung des Cytoplasma und von Ablagerungen im Zelleninhalte, mit andern Worten eine mässige Ausbildung der vegetativen Vorgänge als ziemlich bezeichnend angesehen werden.

3. Zellen der interstitiellen Säfte der Bindesubstanz.

An gewissen Stellen entwickeln sich in der Bindesubstanz Hohlräume, die theils einfache Lücken, theils von besonderen Wandungen begrenzte Bildungen sind und in bestimmten dieser interstitiellen Räume bilden sich an zelligen Elementen mehr oder weniger reiche Flüssigkeiten, wie das Blut, die Lymphe, die Säfte des Parenchyms der Milz, der Thymus, der folliculären Drüsen überhaupt. Alle Zellen dieser Säfte sind auf Elemente zurückzuführen, die mit denen der einfachen zelligen Bindesubstanz übereinstimmen, doch verdienen dieselben eine besondere Stellung, einmal, weil sie keine Gewebe von gleichbleibender Zusammensetzung darstellen und zweitens besonders auch aus dem Grunde, weil ihnen eine ganz eigene Function bei den vegetativen Vorgängen zuertheilt ist.

Mit dieser Eintheilung der Zellen der Bindesubstanz in drei Gruppen soll übrigens nicht gesagt sein, dass dieselben nach den aufgestellten Kategorien scharf von einander sich sondern. Vielmehr lehrt die Entwickelungsgeschichte der Gewebe der Bindesubstanz und eine Vergleichung der fertigen Gewebe hinreichend, dass die genannten Zellen mannichfache Uebergänge zeigen und auch vielfach in einander sich umzubilden im Stande sind, Verhältnisse, die namentlich auch im Interesse der pathologischen Anatomie noch besonders betont werden können.

Die Aufstellung der wichtigsten der hier besprochenen Gewebe als eine Gruppe unter dem Namen Bindesubstanz geschah zuerst durch *Reichert* im Jahre 1845, doch fand

dieselbe nicht die Beachtung, die sie verdiente, weil *Reichert* in der Begründung seiner Ansicht Sätze vorangestellt hatte, welche den Anschauungen der grossen Mehrzahl der Histiologen nicht entsprachen. In der weiteren Entwickelung dieser Frage nahmen die Untersuchungen über die Entwickelung des Knochengewebes eine wichtige Stelle ein und ist vor Allem der von *Sharpey* und *mir* für normale, durch *Virchow* für pathologische Bildungen gegebene Nachweis, dass das Knochengewebe auch aus gewöhnlichem Bindegewebe hervorgehen kann, als ein bedeutender Wendepunct hervorzuheben, insofern als durch diese Thatsache die Zusammengehörigkeit von Bindegewebe und Knorpel immer mehr hervortrat, um so mehr als auch gezeigt wurde, dass die verknöchernde bindegewebige Grundlage unter gewissen Verhältnissen, bevor sie verknöchert, auch die Natur von Knorpel annehmen kann. Immer stand aber einer Durchführung der Vergleichung im *Reichert*schen Sinne noch das hindernd im Wege, dass das der Knorpelzelle Entsprechende im Bindegewebe nicht gefunden war. Denn wenn auch durch mich (Mikr. Anat.) das häufige Vorkommen von Knorpelzellen und solchen ähnlichen Zellen in rein bindegewebigen Theilen (Sehnen, Bändern, Sehnenscheiden, Synovialkapseln etc.) dargethan war, so war ich doch nicht dazu gelangt, die allgemeine Verbreitung solcher Zellen zu behaupten, und eine Uebereinstimmung des Knorpels und Bindegewebes auf dieselbe zu stützen. Erst im Jahre 1851 wurde dieser entscheidende Schritt von *Virchow* und kurze Zeit darauf und selbständig auch von *Donders* gethan, welche Beide das häufige Vorkommen sternförmiger Zellen im Bindegewebe nachwiesen und dieselben oder die Bindegewebskörperchen (*Virchow*) den Knorpelzellen verglichen, während sie die Fasersubstanz des Bindegewebes, die sie einfach als Intercellularsubstanz ansahen, der Grundsubstanz des Knorpels an die Seite stellten. Ausserdem zog *Virchow* auch das Knochengewebe in den Kreis seiner Untersuchung und wies nach, dass die sternförmigen Knochenkörperchen für sich darstellbare Gebilde sind und bei der Bildung des Knochens aus Bindegewebe aus den sternförmigen Bindegewebskörperchen desselben hervorgehen, so dass auch der innere Zusammenhang zwischen Knochen und Bindegewebe bestimmt hervortrat. Ueberhaupt wurde die Frage der Verwandtschaft von Bindegewebe, Knorpel und Knochen von *Virchow* auch noch nach anderen Seiten, namentlich mit Bezug auf die physiologische Bedeutung der Zellen und die Pathologie beleuchtet, so dass die Wissenschaft es ihm vor Allem zu danken hat, wenn die Ansichten über diese Gewebsgruppe mit einem Male bedeutend sich klärten.

Es war nicht anders möglich, als dass diese wichtigen Entdeckungen eine Menge Arbeiten über die Bindesubstanzen hervorriefen, die die *Virchow-Donders*'schen Mittheilungen theils bestätigten und erweiterten, theils aber auch in diesen oder jenen Puncten denselben entgegentraten. Was einmal die Bindegewebskörperchen betrifft, so wurden dieselben zwar von den meisten Seiten angenommen, auf der andern Seite erstand ihnen aber auch in *Henle* ein gewaltiger und zäher Gegner, der nun schon viele Jahre hindurch sich alle Mühe gibt, das Vorkommen von zelligen Elementen im *Virchow*'schen Sinne im Bindegewebe zu bestreiten, ein Bestreben, in dem er in neuerer Zeit von verschiedenen jüngern Kräften unterstützt wurde. Ich habe den Versuch gemacht, als Unparteiischer den Streit zu schlichten und nachgewiesen, dass die *Virchow*'schen Zellen, wenn auch ihr Vorkommen nicht zu bezweifeln ist, doch nicht überall als sternförmige Elemente sich finden, wie *Virchow* angenommen hatte, so dass somit *Henle's* Einwürfe, die zum Theil auch gegen *Virchow's* Schilderung der Form der Zellen gerichtet waren, in gewisser Beziehung als gerechtfertigt dastehen, wie diess weiter unten in den Paragraphen, die vom Bindegewebe und den Sehnen handeln, weiter auseinandergesetzt ist.

Ergab sich mit Bezug auf die Bindegewebskörperchen die *Donders-Virchow*sche Auffassung im Ganzen als richtig, so litt dieselbe dagegen in ihrer Schilderung der Entwickelung der elastischen Fasern gänzlich Schiffbruch. Durch die Arbeiten von *H. Müller*, *Henle* und *Reichert*, die zuletzt durch meine eigenen Untersuchungen einen vollständigen Abschluss erhielten, wurde nämlich gezeigt, dass die genannten Elemente nicht aus den Bindegewebskörperchen hervorgehen, wie *Donders* und *Virchow* und auch *ich* lange Zeit angenommen hatten, sondern selbständig in der Zwischensubstanz sich bilden, ein Nachweis, der mit Bezug auf die allgemeine Frage der Verwandtschaft der verschiedenen Gewebe der Bindesubstanz nur erwünscht sein konnte, indem es nun möglich wurde, den Netzknorpel und das elastische Gewebe einander ganz an die Seite zu stellen, während nach *Virchow's* Auffassung den elastischen Fasern dieser Gewebe eine ganz verschiedene anatomische Bedeutung zugeschrieben werden musste.

Die Grundsubstanz der Bindesubstanz wird von den Meisten nach dem Vorgange von *Virchow* und *Donders* als Intercellularsubstanz aufgefasst, welcher Annahme auch ich mich anschliesse, mit dem Bemerken, dass in den Knorpeln auch die Wandungen der Zellen, die sogenannten Knorpelkapseln, einen bald grösseren bald geringeren Antheil an der Bildung derselben haben. Im übrigen verweise ich auf den §. 15 Anm.

Literatur. *C. B. Reichert*, Vergleichende Beobachtungen über das Bindegewebe und die verwandten Gebilde. Dorpat, 1845; *Virchow*, die Identität von Knochen-, Knorpel- und Bindegewebskörperchen, sowie über Schleimgewebe, in Würzb. Verh. 1851. II. S. 150 und 314; *Donders* in *Ned. Lancet.* 1851, Juli und Aug., und Zeitschrift für wiss. Zool. III. S. 348; *Kölliker*, in Würzb. Verh. III. S. 1; *Henle*, in Canst. Jahresb. 1851, 1852; im Bericht ü. d. Fortschr. d. Anat. u. Physiol. f. 1858; *v. Hessling*, in Illustr. med. Zeitung 1852. S. 54, 124, 162; *C. B. Reichert*, in *Müll.* Arch. 1852. S. 521; *Remak*, in *Müll.* Arch. 1852. S. 47, 112; *Bruch*, Vergl. Unt. üb. d. Bindegewebe, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VI.; *A. Baur*, die Entw. d. Bindesubstanz. Tübingen 1858, und in *Müll.* Arch. 1859. S. 337; *R. Virchow*, in s. Arch. XVI. S. 1; *Förster*, in *Virch.* Arch. XVIII. St. 170; *H. Müller*, in Würzb. Verh. X; *Kölliker*, Neue Untersuch. über die Entw. d. Bindegewebes. Würzb. 1861, auch in der Würzb. naturw. Zeitschr. Bd. II; *v. Recklinghausen*, die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe 1862; *Th. Langhans*, Beitr. z. Histol. d. Sehnengewebes. Würzb. nat. Zeitschr. Band V.; *W. His*, Die Häute und Höhlen des menschl. Körpers, Bas. 1865; *A. Hoyer*, in *Müll.* Arch. 1865. St. 204.

§. 23.

Einfache Bindesubstanz. Unter diesem Namen fasse ich eine ganze Gruppe einfacher Gewebsformen aus der Abtheilung der Bindesubstanzen zusammen, welche aus meist zarten Bindesubstanzzellen mit oder ohne Zwischensubstanz bestehen, die, wenn vorhanden, schleim- und eiweisshaltig, nie leimgebend ist. — Da die hierher zu zählenden Gewebsformen vorzüglich bei niederen Thieren sich finden, so muss eine genauere Besprechung derselben der vergleichenden Histiologie überlassen werden und wird hier mehr nur dasjenige erörtert, was für die Säugethiere und den Menschen von grösserer Bedeutung ist.

Als Unterabtheilungen der einfachen Bindesubstanz unterscheide ich:

1. Die einfache zellige Bindesubstanz.

Dieselbe zeigt sich in mehrfachen Formen und zwar:

a) als einfaches Parenchym, zellige Bindesubstanz *sensu strictiori*.

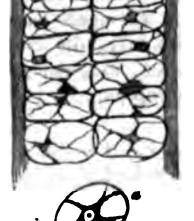


Fig. 20.

Besteht aus runden zarteren oder festeren Zellen, deren Inhalt helles Serum, Schleim oder Eiweiss, seltener auch Fett, Pigment oder Kalkconcretionen sind, und die theils zusammenhängende Ausfüllungsmassen, theils Scheiden um andere Organe, theils eine Stützsubstanz darstellen (Bindesubstanz der *Coelenteraten*, *Mollusken* und *Arthropoden* z. Th.)

b) in Form epithelartiger Zellenhäute, *Epithelia spuria*, unächtes Epithel.

Dieselben werden von meist abgeplatteten, inhaltsarmen, rundlichen, polygonalen oder spindelförmigen, auch eigenthümlich zackigen, selbständigen Zellen gebildet, welche Bekleidungen von Bindegewebstücken, oder Scheiden von besonderen Organen darstellen (Unächtes Epithel der serösen Säcke, Gelenkkapseln, Schleimbeutel u. s. f., sog. Epithel des Herzens und der Gefässe und Wandungen der Capillaren und feinsten Lymphräume,

Fig. 20. Knorpelstrahl von *Branchiomma Dalyellii mihi.*

ıngen der Tracheen, Scheiden der peripherischen Ganglienzellen und Nerven-
z. Th.)

in Gestalt sternförmiger, netzförmig zusammenhängender Zellen oder aus
ı hervorgegangener Fasern, netzförmige Bindesubstanz.

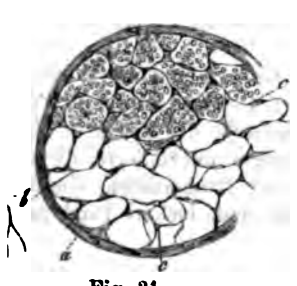


Fig. 21.

Die Elemente dieses Gewebes sind theils kernhaltige an Cytoplasma arme, mehr weniger reich verästelte Zellen, die alle untereinander zusammenhängen (Fig. 21, 22) oder eigenthümliche Netze mehr starrer blasser Fasern, die Zellennetzen der ersten Form ihren Ursprung verdanken (Fig. 23) und weder aus leimgebender noch aus elastischer Substanz, sondern aus einer zu den Eiweisskörpern gehörigen Verbindung bestehen, indem sie beim Kochen im Wasser nicht, wohl aber in kaustischen Alkalien sich lösen.

Die netzförmige Bindesubstanz ist, wie die
ı Untersuchungen immer bestimmter darthun, sehr verbreitet und findet sich
tz- und Umhüllungssubstanz 1) in allen folliculären Drüsen. (Lymph-


Fig. 22.

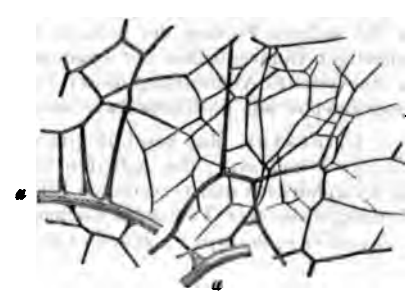


Fig. 23.

Milz, Tonsillen, Thymus, Follikel des Magens, Darmes) und an bestimm-
tellen von Schleimhäuten (Zunge, *Schmidt*; Darm, *His*) in beiden
als Stütze von Parenchymen lymphkörperchenartiger Zellen, 2) im Gehirn
ückenmark, in welchen die innere Bindesubstanz, so zu sagen, allein aus
Gewebe besteht, 3) im Auge und zwar in der *Retina* in Gestalt der Radial-
in der *Chorioidea*, der *Lamina fusca*, und vielleicht im *Lig. iridis pectinatum*
r *Zonula Zinnii*, 4) im Labyrinthe des Ohres als Bekleidung der häutigen
und der Wandung der Höhlungen im Knochen, 5) in gewissen Drüsen
z- und Umhüllungssubstanz der Drüsenelemente (Nieren, Leber).

g. 21. Eine Alveole aus einer Inguinaldrüse des Menschen, 250mal verg. *a.* Hülle
n, *b.* inneres Maschengewebe, dessen Räume auf der einen Seite mit Lymphkörper-
füllt sind, *c.* Kerne der Faserzellen des Maschengewebes; *d.* einige isolirte Faser-
es Maschennetzes, 350mal vergr.

g. 22. Netz von Bindesubstanzzellen (Bindegewebskörperchen aus einem Follikel
yer'schen Drüse des Kaninchens). Nach einem Präparate des Herrn Dr. *Eberth*.
vergr.

g. 23. Fasergerüst von demselben Orte mit Ansätzen der Fasern an Capillaren *a a*,
ze aus einem Netze zarter Zellen hervorgegangen. Nach demselben Präparate und
ichnung des Herrn Dr. *Eberth*. 350mal vergr.

2. Die gallertige einfache Bindesubstanz

Zeigt eine schleim-, eiweiss- oder cellulosehaltige Grundsubstanz und Zellen, die rund oder sternförmig und im letzteren Falle häufig unter einander zu einem Netz verbunden sind. In einzelnen Fällen schwinden später die Zellen, so dass nichts als die Grundsubstanz bleibt (einfaches Gallertgewebe), in anderen treten in dieser noch besondere Fasern auf, die an elastische Fasern erinnern, oder wirklich solche sind.

Hierher zählt der Glaskörper im Auge, die Gallerte um die Wirbelsäule der *Leptocephaliden* (*ich*), diejenige des elektrischen Organes von *Raja*, die cellulosenhaltige Gallerte der *Tunicaten*, das Gallertgewebe der Fische z. Th., dasjenige der Mollusken und von embryonalen Bildungen die Gallerte, die ursprünglich die Stelle der Labyrinthhöhlungen und der Paukenhöhle einnimmt, die unentwickelte *Wharton*'sche Sulze und das embryonale lockere Bindegewebe auf früher Stufe überhaupt.

Die eigenthümliche Verbindung eines zelligen Fasergerüstes mit lymphoiden Zellen in den folliculären Drüsen ist von *His* mit dem Namen »adenoide Substanz« und von *mir* früher als »cytogene Bindesubstanz« bezeichnet worden. Da jedoch, wie weitere Untersuchungen mir ergeben haben, ähnliche Zellengerüste auch als Umhüllungen anderer Theile (Drüsencanäle, Nervenelemente) und als ganz selbständige Bildungen auftreten, so muss man dieselben mehr in den Vordergrund stellen und mit einem besonderen Namen bezeichnen. Uebrigens beachte man, dass diese netzförmige Bindesubstanz einerseits nahe an die anderen Formen der zelligen Bindesubstanz sich anreiht und anderseits auch der gallertigen Bindesubstanz mit anastomosirenden Sternzellen nahe steht, und dass auch hier an eine scharfe Abgrenzung dieser Formen nicht zu denken ist. Auch zu gewöhnlichem Bindegewebe mit fibrillärer Zwischensubstanz zeigen die Formen 1, *c*) und 2. Uebergänge.

Literatur. Man vergl. die im vorigen Paragraphen aufgeführten Abhandlungen von *Virchow* und *mir*, die Arbeiten von *His*, *Billroth*, *Frey* und *Heidenhain* über die Lymphdrüsen und verwandten Bildungen, endlich die vergleichen-anatomischen Untersuchungen von *mir* (Tunicaten, Coelenteraten), *Virchow* u. *Schultze* (Medusen), *Leydig*, *Gegenbaur*, *Semper*, *Häckel* u. A. m.

§. 24.

Knorpelgewebe. Die Knorpel bestehen, mit Ausnahme der verkalkten Knorpel, die beim Menschen keine besondere Rolle spielen, aus einer festen, aber elastischen, bläulichen, milchweissen oder gelblichen Substanz, die in morphologischer Beziehung in doppelter Weise sich verhält und einmal als einfaches Parenchym von Zellen und zweitens als Zellengewebe mit einer zwischen den Elementen befindlichen Grundsubstanz erscheint. Die Knorpelzellen bieten in der Form wenig Eigenthümliches dar; dieselben sind meistens rund oder länglich-rund, häufig abgeplattet oder spindelförmig, sehr selten sternförmig (bei Tintenfischen, Haien, im Kehlkopfe des Ochsen, in Enchondromen). Eine Membran ist anfänglich an denselben nicht sichtbar, später jedoch tritt bei Säugethieren an den meisten Orten eine deutliche Zellmembran auf, die sogenannte Knorpelkapsel, melche in demselben Verhältnisse zum Inhalte der Knorpelzelle oder dem früheren Protoblasten steht, wie die Cellulosenmembran der Pflanzenzellen zum Inhalte derselben. Man hat daher an den Knorpelzellen zwei Theile zu unterscheiden: 1) den Inhalt oder den Protoblasten (das Knorpelkörperchen der Autoren, die eigentliche Knorpelzelle oder der Primordialschlauch, wie ich denselben früher nannte) ein zartes membranloses Gebilde aus meist hellem Cytoplasma und einem Kern bestehend und 2) die äussere Zellmembran oder die Knorpelkapsel, eine durch Ausscheidung des Protoblasten gebildete feste helle oder gelbliche Lage, welche diesen dicht umgibt und durch fortgesetzte Ausscheidungen des Protoblasten, die an ihrer inneren Oberfläche sich ansetzen, ein geschichtetes Ansehen und eine

ıtende Dicke erlangen kann. Durch viele Reagentien, auch durch Wasser, s Cytoplasma der Knorpelprotoblasten und schrumpfen dieselben zusammen, ı Zwischenraum zwischen ihnen und ihren Knorpelkapseln (die sogenannten ıhlen) sich bildet Fig. 24. 1, 2), und gestaltet sich jeder Protoblast so zu klen, auch wohl zackigen Körperchen ohne deutli-ı, dessen Bedeutung schwer zu erkennen ist. — Sehr let sich bei den Knorpelzellen eine Vermehrung en, welcher Vorgang dadurch zu Stande kommt, rotoblasten innerhalb der Knorpelkapseln sich theilen zugleich die Mutterkapseln (Mutterzellen) sich ver-Um die Tochterzellen bilden sich dann neue Zell-n oder Knorpelkapseln, während die Kapseln der en allmählich untereinander oder mit einer Zwischen-verschmelzen. Die Grundsubstanz, die ihrer ung nach entweder Zellenausscheidung und somit rcellularsubstanz ist oder einer Verschmelzung der Kapseln älterer Mutter-n Ursprung verdankt, oder endlich durch eine Vereinigung beider dieser entsteht, zeigt sich bald gleichartig, bald feinkörnig, bald faserig, selbst :hen, darstellbaren Fasern, die einer Umwandlung der Grundsubstanz ihren verdanken und in zwei scharf getrennten Abarten auftreten, nämlich erstens aufende blasse leimgebende Fäserchen und zweitens als dunkle, netzförmig ıe stärkere und schwächere Fasern aus elastischer Substanz. Die chemi-ıaraktere des Knorpelgewebes sind zum Theil noch wenig bekannt. So viel, dass die Protoblasten und die Grundsubstanz nicht aus demselben Stoffe Die erstern lösen sich nämlich beim Kochen nicht auf und leisten in der Säuren ziemlichen Widerstand, während sie beim Kochen in kaustischen asch sich lösen, Eigenschaften, welche sie von der leimgebenden Substanz, dagegen den Eiweisskörpern nähern. Dagegen scheinen die Membranen ›elzellen oder Knorpelkapseln nach und nach in eine leimgebende Substanz en, wie sich daraus schliessen lässt, dass dieselben beim Kochen mehr erändert werden, und dass namentlich die mit der Grundsubstanz mehr ver-en Kapseln der Mutterzellen beim Kochen aufgelöst werden. Die Grund-ist bei der Mehrzahl der Knorpel Chondrin, und nur bei den Netzknorpeln, sie Fasern enthalten, und ebenso in den deutlich faserigen Theilen ächter z. B. den Rippen, ein Stoff, der der Substanz des elastischen Gewebes sehr ist. Demzufolge geben die nur aus Zellen bestehenden Knorpel und die ›el beim Kochen in Wasser keinen oder nur wenig Leim uud gehört das ɔn von solchem nicht zum Wesen des Knorpelgewebes. In sich entwickeln-peln zeigt übrigens nach *Schwann* die Zwischensubstanz anfänglich noch Eigenschaften des Chondrins.

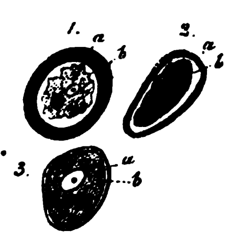


Fig. 24.

hysiologischer Beziehung ist besonders die Festigkeit und Federkraft ›el hervorzuheben, Eigenschaften, durch welche dieselben in verschiedener n Nutzen sind. In wachsenden Knorpeln ist der Stoffwechsel sehr ıd enthalten dieselben auch an gewissen Orten regelrecht in besonderen :canälen zahlreiche Blutgefässe, ja selbst, wie von mir in der Nasen-nd des Kalbes nachgewiesen wurde, Nerven. Die Knorpel entwickeln en ursprünglichen embryonalen Zellenmassen, indem die Zellen derselben zu

24. Drei Knorpelzellen vom Menschen. 350mal vergr. 1. Aus dem Kehldeckel, rbar mit etwas zusammengeschrumpftem Inhalt (Protoblasten). 2. Aus einem Ge-ɔl mit stark geschrumpftem Inhalt. 3. Aus einem verknöchernden Knorpel mit rtem Inhalt, letztere zwei Zellen mit dünner, 1 mit dicker Knorpelkapsel. *a.* psel, *b.* Zelleninhalt und Kern, der in 2 verdeckt ist.

den Knorpelzellen sich umbilden und, an den meisten Orten wenigstens, auch eine Intercellularsubstanz zwischen denselben auftritt, die in entfernter Linie von der Ernährungsflüssigkeit herzuleiten ist, aber unzweifelhaft unter Mitbetheiligung der Zellen des Gewebes sich bildet. Bleibt diese Zwischensubstanz gleichartig, so entsteht der hyaline Knorpel, treten dagegen Fasern dieser oder jener Art in ihr auf, so bildet sich der Easer- und elastische Knorpel, wobei jedoch zu bemerken ist, dass, wie meine Erfahrungen über die Entwickelung der Fischwirbel lehren, auch Faserknorpel nachträglich in hyalinen Knorpel übergehen kann. Dieselben Erfahrungen zeigen ferner, dass auch eine Fasersubstanz mit kleinen Zellen, die man kaum anders als Bindegewebe nennen kann, in wahren Knorpel sich umzuwandeln fähig ist, so dass es mithin zweierlei etwas verschiedene Entwickelungsweisen von hyalinem Knorpel, eine unmittelbare und eine mittelbare, gibt. Das Wachsthum der Knorpel ist noch wenig genau verfolgt. Sicher ist so viel, dass dasselbe einem Theile nach durch endogene Zellenvermehrung der vorhandenen Knorpelzellen und dann durch Ablagerung immer neuer Zwischensubstanz zwischen die Zellen sich macht. Erstere, deren Spuren noch an fertigen Knorpeln ganz deutlich zu erkennen sind, tritt in verschiedener Weise auf, je nachdem Knorpel in dieser oder jener Richtung stärker wachsen, im Allgemeinen ist jedoch zu bemerken, dass der Hauptsitz des Wachsthumes in der Nähe der angrenzenden gefässhaltigen Theile sich befindet. So wachsen alle von Knorpelhaut überzogenen Stellen von Knorpeln durch die Wucherung einer in geringer Entfernung von der genannten Haut befindlichen leicht kenntlichen Lage von grösseren Zellen, ferner die an Knochen anstossenden Theile mit den hier befindlichen Elementen (Rippen-, Epiphysenknorpel). Die Ablagerung von Zwischensubstanz hält wohl im Ganzen mit der Vermehrung der Zellen gleichen Schritt, so jedoch, dass dieselbe vor Allem an den Stellen auftritt, wo die Zellenvermehrung in Abnahme begriffen ist, mithin besonders im Innern derselben (Kehlkopf, Rippenknorpel). Ein Wachsthum des Knorpels durch Anlagerung neuerer Knorpellagen aussen auf den fertigen Knorpel, wie *Bruch*, *Gerlach*, *Beneke* ein solches annehmen, kommt bei vielen Knorpeln ganz entschieden nicht vor; seit ich jedoch bei Fischen eine Umwandlung von Bindegewebe in hyalinen Knorpel wahrgenommen habe, bin ich bereit, die Möglichkeit einer unmittelbaren Beziehung des Perichondrium zum Wachsthume der Knorpel zuzugeben, und empfehle ich diesen Gegenstand zur weiteren Untersuchung. — Im fertigen Knorpel ist der Stoffwechsel auf jeden Fall nicht lebhaft und hat derselbe auch, abgesehen von den Gefässen der viele Knorpel überziehenden Knorpelhaut (*Perichondrium*), und des angrenzenden Knochens keine besondern Vermittler, ausser beim Ohrknorpel des Menschen, in dem *L. Meyer* in allen Altern Gefässe sah, und bei den Knorpeln einiger Säugethiere (Nasenscheidewand) und der *Plagiostomen*, in welchen letztern nach *Leydig's* und meinen Erfahrungen auch bei alten Thieren zum Theil Gefässcanäle, zum Theil spindel- oder sternförmige Knorpelzellen, bei denen ich jedoch keine Verbindungen sehe, sich finden. Im Alter wird die Grundsubstanz gewisser ächten Knorpel gern faserig und in ihren chemischen Eigenthümlichkeiten derjenigen der Netzknorpel sehr ähnlich, was, zusammengehalten mit der Thatsache, dass an gewissen Orten (am schönsten in der *Cartilago arytaenoidea* von Säugethieren) Netzknorpel und ächte Knorpel unmittelbar in einander übergehen, beweist, dass diese zwei Knorpelarten nicht scharf von einander geschieden sind. Ebenso verknöchern im Alter die wahren Knorpel gar nicht selten, indem zugleich Gefässe und Knorpelmark in ihnen sich ausbilden. Wiedererzeugungsfähigkeit besitzen die Knorpel nicht und ebensowenig heilen Knorpelwunden durch Knorpelsubstanz, dagegen ist zufällige Knorpelbildung gar nicht selten.

Die verschiedenen Arten des Knorpelgewebes sind folgende:

I. Knorpelgewebe ohne Grundsubstanz oder Zellenknorpel. Hierher gehört die *Chorda dorsalis* der Embryonen und mancher ausgewachsenen Fische;

ferner viele fötale Knorpel von Wirbelthieren, die Knorpel der *Myxinoiden* zum Theil, die Kiemenblättchen der Fische zum Theil, der Knorpel der Achillessehne des Frosches, die des äussern Ohres mancher Säugethiere und die Knorpel der *Geryonien*, *Anneliden*, *Cephalophoren* und von *Limulus*.

II) Knorpelgewebe mit Grundsubstanz.

1) Mit mehr gleichartiger, chondringebender Grundsubstanz.

a) Mit nicht verkalkter Grundsubstanz: ächter Knorpel, hyaliner Knorpel. Findet sich bei den grössern Knorpeln der Respirationsorgane, denen der Gelenke, Rippen und der Nase, dann bei allen Symphysen und Synchondrosen unmittelbar an den Knochen, am *Sulcus ossis cuboidei*, an der *Incisura ischiadica minor*, am *Sulcus hamuli pterygoidei*, am *Calcaneus* über der Insertion des *Tendo Achillis*, und bei den sog. ossificirenden Knorpeln des Fötus.

Fig. 25.

Fig. 26.

b) Mit verkalkter Grundsubstanz: verkalkter Knorpel (*J. Müller*), Knorpelknochen (*H. Müller*). Bildet bei den *Plagiostomen* die äussere pflasterförmige Rinde des Skeletes, findet sich auch beim Menschen und bei Säugethieren, besonders unter den Gelenkknorpeln am Ende der Apophysen der Röhrenknochen und dann vorübergehend an den Ossificationsstellen der Knorpel. Besteht aus verkalkter, Chondrin (?) gebender Grundsubstanz mit verkalkten gewöhnlichen Knorpelkapseln.

2) Mit faseriger leimgebender Grundsubstanz: Faserknorpel, Bindegewebsknorpel. Findet sich seltener in Form besonderer Organe, wie der *Cartilagines interarticulares, Labra glenoidea*, meist eingestreut und nesterweise in gewöhnlichem Bindegewebe, wie in manchen Sehnen, Sehnenscheiden, den *Ligg. intervertebralia* u. s. w. und zeigt mannichfache Uebergänge zu gewöhnlichem Bindegewebe. — Bei Thieren, besonders Fischen, ist diese Form sehr häufig und tritt auch verkalkt auf.

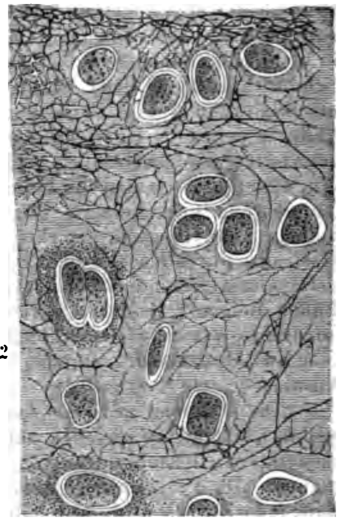


Fig. 27.

3) Mit faseriger, vorzugsweise aus elastischem Stoffe bestehender Verbindungssubstanz: Netz-

Fig. 25. Stück der *Chorda dorsalis* eines 13 mm langen Schafembryo. *a*. Scheide derselben; *b*. Zellen mit hellen blasigen Räumen.

Fig. 26. Knorpelzellen aus der weisslichen Schicht der *Cart. cricoidea*, 350mal vergr. Vom Menschen.

Fig. 27. Aus der *Cartilago arytaenoidea* des Ochsen. 1 Aechter Netzknorpel; 2 Uebergänge desselben in hyalinen Knorpel. 350mal vergr. Die Zeichnung von Herrn Dr. *Eberth*.

knorpel, gelber Knorpel, elastischer Knorpel: *Epiglottis. Cartil. arytaenoideae* z. Th., *Santorinianae*, *Wrisbergianae*, Knorpel de Ohres und der *Tuba Eustachii* (Fig. 27).

Mit Bezug auf den Bau des Knorpelgewebes machen sich in unseren Tagen besonders drei Ansichten geltend. Nach der einen von *Reichert*, *Henle*, *Aeby* u. A. vertretenen, ist die ganze Grundsubstanz der Knorpel Zwischensubstanz und gibt es keine besonderen Membranen der Knorpelzellen oder sogenannte Knorpelkaspeln. Einer zweiten Ansicht zufolge, die *Remak*, *M. Schultze*, *Fürstenberg* und *Heidenhain* vertheidigen, findet sich im Knorpelgewebe gar keine ächte Zwischensubstanz, sondern besteht die Grundsubstanz einzig und allein aus den verschmolzenen Knorpelkapseln. Ich selbst endlich nehme drittens schon seit langem die oben in diesem Paragraphen auseinandergesetzte vermittelnde Stellung ein, welcher in neuester Zeit auch *Gegenbaur* im Wesentlichen sich angeschlossen hat, nur dass er die Knorpelkaspeln nicht in eine engere Verbindung zu den Zellen (Protoblasten) bringt, wie ich, sondern dieselben wie die Zwischensubstanz, als von den Protoblasten abgesonderte Massen betrachtet.

Beleuchten wir diese verschiedenen Auffassungen näher, so erscheint es mir kaum nöthig, die Existenz der Knorpelkapseln, d. h. besonderer Membranen der Knorpelprotoblasten darzuthun, da dieselben in jedem Zellenknorpel, an allen zerstreut im Bindegewebe vorkommenden Knorpelzellen und in vielen Fällen auch ohne Reagentien in hyalinen Knorpeln so leicht zur Anschauung kommen. Dass diese Membranen oder Kapseln ferner in gewissen Fällen allein die Zwischensubstanz zusammensetzen, ist ebenfalls nicht zu bezweifeln und verweise ich in dieser Beziehung besonders auf die Knorpel von *Petromyzon* und die gelben Knorpel von *Myxine*. Auf der andern Seite scheint mir aber auch sicher, dass es Knorpel mit ächter Intercellularsubstanz gibt, doch sind hier zwei Fälle wohl auseinanderzuhalten. Es gibt erstens Knorpel (bei den meisten Fischen), in denen die Zellen nicht im Stadium der Knorpelkapseln, d. h. wirklicher Zellen, sondern nur in dem von Protoblasten sich finden und da kann es natürlich nicht in Frage kommen, dass die Grundsubstanz nicht aus verschmolzenen Kapseln besteht, sondern einfach Zwischensubstanz und in keine nähere Beziehung zu den einzelnen Protoblasten zu bringen ist, wie am klarsten der Scleroticalknorpel vieler Fische lehrt (*H. Müller*, *Langhans*), in dem an beiden Flächen mächtige zellenfreie Ansammlungen von Grundsubstanz sich finden. Anderer Art sind die Fälle, in denen die Knorpelzellen Membranen oder Kapseln zeigen und hier ist es allerdings schwieriger zu beweisen, dass eine ausserhalb dieser befindliche Grundsubstanz da ist. Am sprechendsten sind die Fälle, in denen deutliche Knorpelkapseln, die keine besonderen Vermehrungserscheinungen zeigen, durch Zwischensubstanz getrennt sind, wie in den embryonalen Knorpeln mancher Thiere, in den Faserknorpeln und Netzknorpeln. Ferner lässt sich durch Kochen in Wasser, durch Behandlung mit *Kali causticum* von 35% (*Donders*) oder verdünnte Schwefelsäure, oder Chromsäure (*Fürstenberg*) durchaus nicht in allen Fällen die ganze Masse in Territorien zerlegen, die als die Grenzen der ersten Mutterzellen anzusehen wären, vielmehr bleibt in vielen Fällen zwischen den einzelnen Zellengebieten eine Zwischensubstanz zurück, bei der nichts auf eine nähere Beziehung zu den Kapseln hinweist.

Die Differenz zwischen *Gegenbaur* und mir mit Bezug auf die Bedeutung der Knorpelkapseln läuft so ziemlich auf eine Verschiedenheit der Worte heraus. Ich nenne Zellmembranen Absonderungen von Protoblasten, die die Form derselben wiederholen und bewahren. Da Protoblasten, ohne zu wirklichen Zellen zu werden, auch eine zusammenhängende Zwischensubstanz bilden können, so ist klar, dass zwischen einem solchen Gewebe und einem Zellengewebe mit dickeren Zellmembranen, nahe Beziehungen sich finden. Scheiden dagegen wirkliche Zellen aussen auf die Zellmembran eine erhärtende Substanz ab, wie z. B. Pflanzenepidermiszellen die *Cuticula*, so ist der Unterschied beider Ausscheidungen schon grösser und noch grösser wird derselbe, wenn zugleich die Zellmembran durch innere Auflagerungen sich verdickt. Beides kommt bei Pflanzen und letzteres bei Knorpeln vor. Ausserdem hebe ich noch besonders hervor, was *Gegenbaur* nicht beachtet zu haben scheint, dass bei Knorpeln mit reichlich sich vermehrenden Zellen auch Tochterzellen innerhalb von Mutterkapseln, mit gut entwickelten Kapseln vorkommen (S. Fig. 6).

Bei Thieren ist das ächte Knorpelgewebe z. Th. viel weiter verbreitet als beim Menschen, namentlich im Skelete nackte Amphibien, Fische,. Ausserdem findet sich

dasselbe in der Sclerotica bei *Echidna* (*Leydig*), bei Vögeln, Amphibien und Fischen, im Herzen bei Wiederkäuern, *Pachydermen*, dann beim Landsalamander und der Schildkröte nach *Leydig*, in der Knorpelschwiele an den Hinterfüssen von *Pelobates*. Netzknorpel findet sich in der Wirbelsäule der Störe an gewissen Stellen (*Virchow*, *ich*), in den Troddeln an der Kehle der Ziegen (*Leydig*); verkalkten Netzknorpel zeigt nach *H. Müller* der Ohrknorpel des Hundes und beim Meerschweinchen (nicht beim Wildschwein, wie *Schlossberger* angibt) finden sich an derselben Stelle nach *Leuckart* dem Aelteren Verknöcherungen, die nach *H. Müller* ächter Knochen sind. Nach *Miram* scheint auch der Biber diese Verknöcherung zu enthalten.

Mit Bezug auf den Bau sei erwähnt, dass viele Knorpel von Thieren (Nasenscheidewand, Kehlkopf von Säugern, *Larynx bronchialis* der Ente nach *Leydig*, Knorpel der *Plagiostomen*, der Störe etc.) gefässhaltig sind. Ausgezeichnet schön sind die Netzknorpel des Säugethierkehlkopfes, indem in denselben theils die elastischen Fasern viel stärker sind (*Epiglottis*), theils (ober Hälfte der *Cart. arytaenoideae*) diese Fasern aufs bestimmteste als Erzeugungen der gleichartigen Grundsubstanz sich erkennen lassen. Mit Fett gefüllte Knorpelzellen finden sich im Ohrknorpel kleiner Säuger (*Queckett*), im Kehlkopfe der Ratten (*Leydig*), bei Fledermäusen (*ich*), pigmentirte solche in der Sclerotica von *Menopoma* (*Leydig*); sternförmige Knorpelzellen beobachtete zuerst *Queckett* bei *Cephalopoden* und *Plagiostomen*, wie später *Leydig* bestätigte; *ich* fand solche auch im Kehlkopfe des Ochsen an weicheren Stellen. Ungemein dickwandige geschichtete Kapseln mit ganz kleiner Höhle von 4—6 μ zeigen die *Ligg. intervertebralia* und die Rippen alter Leute. Am letztern Orte sah ich solche Kapseln so mit der Grundsubstanz verschmolzen, dass die Knorpelzellen (Knorpelkörperchen) scheinbar frei in derselben lagen. Im Innern von Knorpelkapseln ferner zeigen sich nicht selten Ablagerungen von verschiedener Dichtigkeit, so dass oft Kapseln in Kapseln zu liegen oder Hüllen mit flüssigem Inhalte abzuwechseln scheinen (s. Fig. 6). Knorpelkapseln mit Andeutungen von Porencanälchen fand *H. Müller* im Ohrknorpel des Hundes, *Hensen* im Auge der *Cephalopoden*. — Ueber das Verhalten des Knorpelgewebes im polarisirten Lichte vergl. man *W. Müller* in Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. Bd. X. St. 173.

Bei Wirbellosen kommen viele in der Festigkeit dem Knorpel ähnliche Gewebe vor, doch ist hyaliner Knorpel, z. Th. in ausgezeichnet schönen Formen, bisher nur gefunden bei Tintenfischen und Knorpel ohne Grundsubstanz in den Branchien mehrerer *Annelida capitibranchiata* (*Quatrefages*, *Leydig*, *ich*), in dem Zungengestell von Mollusken (*Lebert*, *Claparède*), nach dem bedeutungsvollen Funde von *Gegenbaur* beim Mollukkenkrebse in der Nähe des Hauptnervenstranges und am Scheibenrande der *Geryoniden* (*E. Häckel*).

Literatur. *Meckauer*, *De penitiori cartilaginum structura Diss. Vratisl.* 1836; *J. Müller* in *Poggendorf's* Annalen 1836. S. 293; *Rathke* in *Froriep's* Not. 1844. p. 306; *A. Bergmann*, *De cartilaginibus Disq. micr. Mitaviae* 1850; *H. Müller* in Würzburger naturh. Zeitschr. I. 92; *A. Hannover* und Abh. der Dänisch. Akad. d. Wiss. Bd. 7; *Langhans* in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XV. St. 249. Ferner vergl. man die in den §§. 25 26 und 27 citirten Abhandlungen von *Virchow*, *Remak*, *Reichert*, *Brandt*, *Bruch*, *Tomes* und *De Morgan*, *H. Meyer*, *H. Müller* und *mir*, dann *Aeby* in Zeitschrift für rationelle Med. Bd. IV., *F. Hoppe* in *Virchow's* Archiv V. p. 170; *Fürstenberg* in *Müll.* Arch. 1857, St. 1; *J. Lachmann* Ibid. St. 15; *Rabl-Rückhard* in *Müll.* Arch, 1863, St. 41; *Heidenhain* in Stud. 1. p. 45. Inst. in Breslau, Heft 2. St. 1 und die vergl. anat. Arbeiten von *Leydig*, *mir*, *Bruch* und *Gegenbaur* über das Skelet der Fische und Amphibien.

§. 25.

Elastisches Gewebe. Die Elemente des elastischen Gewebes sind dunkelrandige, walzenförmige oder bandartige Fasern, welche in ihrem Durchmesser vom unmessbar Feinen bis zur Dicke von 6 μ, ja selbst 11 μ (bei Thieren selbst 18 μ) gehen und, wenn sie in Massen beisammen liegen, eine gelbliche Farbe darbieten. Diese sogenannten elastischen Fasern sind in der Regel durch und durch gleich-

artig, doch gibt es Fälle, in denen dieselben kleinere und grössere durchgehende Löchelchen enthalten, die oft ziemlich regelmässig in Reihen beisammen stehen (Fig. 28). Die Ränder der elastischen Fasern sind in der Regel ganz geradlinig, erscheinen jedoch in seltenen Fällen gezackt, ja selbst, wie *Virchow* in neugebildeten Geweben sah, mit äusserst vielen kürzern und längern spitzen Ausläufern besetzt.



Fig. 28.

Man trennte früher von den elastischen Fasern die Kernfasern; da jedoch die letzteren, ausser im Durchmesser, in gar nichts von den ersteren sich unterscheiden, ferner alle elastischen Fasern ursprünglich eben so fein sind wie die Kernfasern, endlich die letztern nicht aus Kernen sich hervorbilden, so ist es besser, den Namen Kernfasern ganz fallen zu lassen und die elastischen Fasern einfach in feinere und stärkere einzutheilen. Die elastischen Fasern finden sich entweder vereinzelt als längere oder kürzere, gerade oder wellenförmig verlaufende Fasern und gehören in diesem Falle gewöhnlich der feineren Art an, oder dieselben bilden, indem sie unter einander sich verbinden (Fig. 28, 29), das sog. elastische Fasernetz, welches bald membranartig ausgebreitet ist, bald andere Gewebe in verschiedener Tiefe durchzieht. Eine Abart dieses elastischen Fasernetzes stellen die elastischen Häute dar, in denen die Fasern so dicht verflochten sind, dass eine zusammenhängende Haut entsteht, welche im äussersten Falle keine Andeutung ihrer ehemaligen Natur mehr zeigt und als ganz gleichartige Haut mit kleineren Lücken, gefensterte Membran (*Henle*) erscheint (Fig. 30).

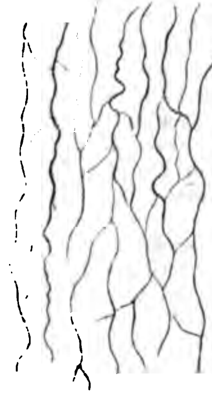


Fig. 29.

In chemischer Beziehung bietet das elastische Gewebe sehr bestimmte Erscheinungen dar, doch ist die Substanz desselben in ihrer Zusammensetzung noch nicht genau erkannt. In kalter concentrirter Essigsäure werden die elastischen Fasern, ausser dass sie etwas anschwellen, durchaus nicht angegriffen, dagegen lösen sie sich nach tagelangem Kochen allmählich auf; durch Salpetersäure färben sich dieselben gelb, was jedoch nach *Harting* (*Het Mikroskoop IV. p.* 255) nur von der das Gewebe tränkenden Flüssigkeit herrührt und nicht beobachtet wird, wenn man dasselbe vorher gut mit Wasser auszieht; durch *Millon's* Reagens auf Protein werden sie roth, während Schwefelsäure und Zucker keine rothe Färbung derselben bedingen. In mässig concentrirter Kalilösung bleibt elastisches Gewebe in der Kälte lange Zeit unverändert, ausser dass es aufquillt und etwas erblasst, bei tagelangem Erwärmen damit wird es in eine gallertartige Masse verwandelt. Mit concentrirter Kalilauge gekocht, lösst sich das Gewebe rasch auf. In Wasser löst sich elastisches Gewebe selbst durch 60stündiges Kochen nicht auf, verwandelt sich jedoch nach 30stündigem Kochen bei 160° (im Papinianischen Topfe) in eine bräunliche, nach Leim riechende, aber nicht gelatinirende Substanz, die durch Gerbsäure, Iodtinctur und Sublimat, nicht aber durch die andern Reagentien des Chondrins gefällt wird.



Fig. 30.

Fig. 28. Elastisches Netz aus der *Tunica media* der *Art. pulmonalis* des Pferdes mit Löchern in den Fasern, 350mal vergr.

Fig. 29. Netz feiner elastischer Fasern aus dem *Peritonaeum* eines Kindes, 350mal vergr.

Fig. 30. Elastische Membran aus der *Tunica media* der *Carotis* des Pferdes, 350mal vergrössert.

physiologischer Beziehung ist vor Allem die grosse Elasticität dieses s hervorzuheben, durch welche dasselbe die Bewegungsorgane sehr wesentlich ltzt und auch sonst, wie z. B. bei den Stimmbändern, eine wichtige Rolle Mit Bezug auf die Entwickelung kann es jetzt als ausgemacht angesehen , dass die elastischen Fasern aller Art weder aus Kernen noch ellen hervorgehen, rn einfach durch besondere Umwand- der Grundsubstanz ;ewebiger Anlagen ilden. Alle Organe des ıen Gewebes verhalten sich ersten Anlage wie binde- e Theile, d. h. sie be- anfänglich aus rundlichen zwischen denen bald eine nsubstanz sich ablagert. d diese sich vermehrt und egewebsfibrillen zerfällt, die Zellen spindelförmig, Sehnen, und dann treten ld zwischen denselben in ndsubstanz feine von An- : netzförmig verbundene, sung Widerstand leistende en auf, die ersten Anla- elastischen Elemente. Eine g wachsen nun alle 3 Be- eile, leimgebende Fibril- len und elastische Fasern

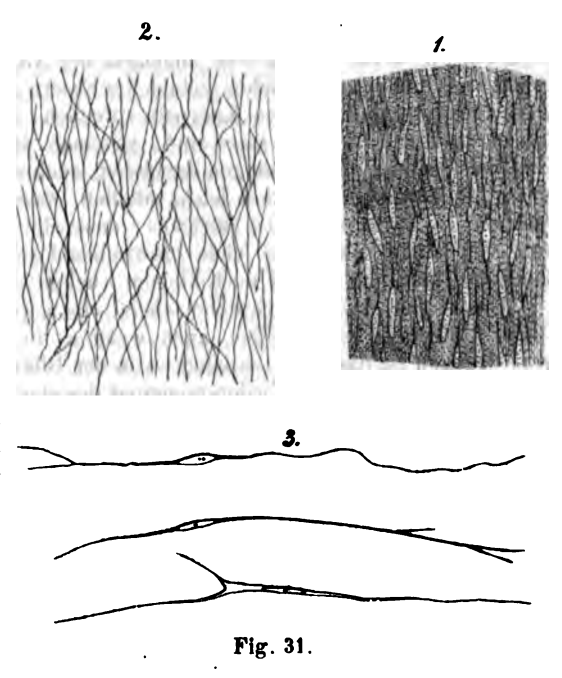


Fig. 31.

ässig fort, jene sich vermehrend, diese sich vergrössernd und verdickend, ın kaum bezweifelt werden, dass die mitwuchernden Zellen von Einfluss auf ung der Fasern der Grundsubstanz sind, dann aber tritt ein Zeitpunct ein, chem an die Zellen stille stehen und endlich langsam verkümmern, während tischen Fasern immer mehr sich ausbilden, und so geschieht es dann, dass vickeltere und reife elastische Gewebe nur Bindegewebsfibrillen in gewisser und stärkere elastische Fasern, dagegen keine Zellen mehr enthält. Alles das te gilt übrigens nur für das sogenannte reine elastische Gewebe, z. B. des bandes. Wo dagegen elastische Fasern in geringerer Menge im Bindegewebe nen, erhalten sich in vielen Fällen die Zellen ganz gut, die natürlich da und selbe Bedeutung haben und nichts als Bindesubstanzzellen oder Bindegewebs- hen sind.

ägt man nach den genaueren Vorgängen bei der Bildung der elastischen Fasern, sich vorläufig noch keine Antwort geben. Ihr Auftreten in der Grundsubstanz legewebes und gewisser Knorpel spricht dafür, dass sie durch eine Umsetzung ender Substanz entstehen und aus dem, was man bei Untersuchungen der Ent- ng elastischer Bänder sieht, wird man geneigt anzunehmen, dass die Fasern

;. 31. Aus dem *Lig. nuchae* eines Kalbsembryo von etwas über 13 Cm.; Vergr. 300mal. tückchen des *Ligam.* ohne Reagentien, die faserige Grundsubstanz und die Binde- zellen zeigend, von denen jedoch fast nur die Kerne sichtbar sind. 2. Ein ähnliches n mit *Kali causticum* kurze Zeit gekocht, so dass die schon vorhandenen feinen en Netze sichtbar sind. 3. Drei isolirte Faserzellen des Bandes.

gleich als Ganze, wenn auch ursprünglich in grosser Feinheit entstehen. Dagegen führt die Untersuchung gewisser elastischer Knorpel, vor Allem der Epiglottis des Ochsen, zur Vermuthung, dass auch eine Bildung derselben durch Aneinanderreihung von Molecülen vorkömmt, wofür sich vielleicht auch das anführen lässt, dass elastische Fasern durch Erweichung in Wasser (*H. Müller*) oder Behandlung mit *Kali causticum* (*ich*) nicht selten der Quere nach Risse erhalten oder in kleine Stückchen zerfallen. Ebenso unsicher wie die erste Bildung ist auch die Art des Wachsthumes der elastischen Fasern. Zwar scheint man allgemein der Ansicht zu sein, dass dasselbe durch Ansatz von aussen auf die schon gebildeten Fasern geschehe, wofür wiederum gewisse Erscheinungen an elastischen Knorpeln sprechen, immerhin ist es, da die elastischen Fasern durchaus nicht so starr sind, wie man dieselben oft sich denkt, vielmehr deutliche Quellungserscheinungen darbieten, auch durch Höllenstein nicht selten sich färben (*Recklingshausen*), doch leicht möglich, dass dieselben auch von innen heraus wachsen. — Ganz sicher ist übrigens, dass alle groben elastischen Fasern einmal ganz fein sind, sowie dass viele elastischen Fasernetze mit der Zeit in wirkliche elastische Häute mit oft nur noch kleinen Lücken sich umbilden.

Das fertige elastische Gewebe scheint einen wenig lebhaften Stoffwechsel zu besitzen, wenigstens ist dasselbe, auch wenn es in grössern Massen auftritt, gefässarm: dagegen ist dasselbe, so lange es in der Bildung begriffen ist, ziemlich gut mit Gefässen versehen. Eine Wiedererzeugung des elastischen Gewebes ist nicht bekannt, hingegen sind Neubildungen desselben nicht selten.

Die elastischen Fasern treten selten in grössern Massen auf, finden sich dagegen sehr häufig mit Bindegewebe gemengt entweder mit Form einzelner Fasern oder von Netzen und Häuten mannichfacher Art. Ebenso erscheinen sie im elastischen Knorpel in der Grundsubstanz und zwar manchmal in grosser Menge, dass man gewisse derselben auch füglich als Organe des elastischen Gewebes bezeichnen könnte. Als wirkliche elastische Organe sind zu bezeichnen:

a) Die elastischen Bänder und Sehnen, in denen das Gewebe nur mit geringer Beimengung von Bindegewebe und fast ohne Gefässe und Nerven so zu sagen rein auftritt. Zu denselben zählen die *Ligg. flava* der Wirbel, das *Lig. nuchae*, gewisse Bänder des Kehlkopfes, das *Lig. stylohyoideum*, *Lig. suspensorium penis*, die Sehnen der glatten Muskeln der *Trachea* und der Fasern des *Cremaster*.

b) Die elastischen Membranen, welche entweder als Fasernetze oder gefensterte Häute erscheinen und in den Gefässhäuten, namentlich denen der Arterien in der *Trachea* und den Bronchien und in der *Fascia superficialis* sich finden.

Ueber die Entwickelung der elastischen Fasern waren früher die Ansichten sehr getheilt. Zwar wurde die Aufstellung, dass die feinen elastischen Fasern aus verlängerten Kernen hervorgehen, daher sie Kernfasern genannt wurden (*Gerber*, *Henle*), bald verlassen, um so länger hielt sich dafür die Annahme von *Donders* und *Virchow*, nach welcher die Bindegewebskörperchen es sind, die durch Auswachsen und Vereinigung die feinen elastischen Fasern liefern, eine Behauptung, die auch von *mir* und vielen Anderen angenommen und von *Donders* und *mir* auch auf die groben elastischen Fasern ausgedehnt wurde. In neuerer Zeit habe ich mich jedoch durch eine genaue Untersuchung des Nackenbandes von Säugethierembryonen überzeugt, dass die zuerst von *H. Müller* (Bau der Molen 1847. St. 62) aufgestellte und dann auch von *Henle* (Jahresb. v. 1851. St. 39 und *Reichert* (Müll. Arch. 1852. Jahresb. St. 95) angenommene Vermuthung, dass die elastischen Fasern nicht aus Zellen hervorgehen, vollkommen richtig ist, in welcher Beziehung das Nähere in meinem im §. 22 aufgeführten Aufsatze sich findet.

Zu den elastischen Fasern wurden früher auch die sogenannten umspinnenden Fasern gerechnet, faserige Gebilde, welche Bindegewebsbündel der *Arachnoidea*, *Cutis*, des Netzes u. s. w. und kleine Nerven spiralig umgeben. Diese Gebilde gehen, wie ich gezeigt habe (s. unten), wirklich aus Zellen hervor und gehören nicht hierher, sondern zu den Bindegewebskörperchen.

Ich habe in diesem Paragraphen die elastischen Häute zu den elastischen Fasernetzen gestellt, ohne damit sagen zu wollen, dass alle und jede mikroskopischen Häute, die Elasticität besitzen, hierher gehören. Meiner Meinung zufolge gibt es zweierlei wesentlich verschiedene elastischen Häute: 1) solche, die von Anfang an in der Gestalt von Häuten auftreten, wie die *Membrana Demoursii*, die Linsenkapsel, das vordere elastische Blatt der Hornhaut u. s. w., und 2) andere, die anfänglich nichts als Fasernetze sind und erst nachträglich, indem das Netz immer dichter wird, in die hautartige Form übergehen. Im einzelnen Falle ist es nicht immer leicht zu sagen, in welche Abtheilung eine elastische Haut gehört, und kann man z. B. in Zweifel sein, wohin man die elastische *Intima* der Gefässe und die *Elastica externa* und *interna* der Chordascheide der Fische zu zählen habe. — Wenn aber auch im ersten Auftreten der verschiedenen elastischen Häute ein wesentlicher Unterschied sich vorfindet, so stimmen doch wohl alle darin überein, dass sie durch chemische Umwandlung in einer durch Thätigkeit von Zellen gebildeten Extra- oder Intercellularsubstanz entstehen.

Das elastische Gewebe findet sich bei allen Wirbelthierclassen in denselben Theilen wie beim Menschen, ausserdem auch noch an einigen besondern Stellen, wie in den Krallenbändern der Katzen, in der Flughaut der Säuger, in der Orbitalhaut des Pferdes und anderer Säuger, in den Flughautfalten, den Lungensäcken, im Kropf, im *Orbiculus ciliaris* der Vögel, ferner in der Form von Sehnen an den Hautmuskeln von Vögeln (*ich*) und in den Bauchmuskeln des Frosches (*Czermak*). Bei Wirbellosen scheint dieses Gewebe selten zu sein, und ist nicht einmal sicher, ob die hier vorkommenden elastischen Bänder, wie z. B. der Muscheln, der Interarticularsubstanz von *Pentacrinus* (*J. Müller*), anatomisch und chemisch mit dem elastischen Gewebe der höhern Thiere übereinstimmen.

Ueber das Verhalten des elastischen Gewebes im polarisirten Lichte vergleiche man die oben angeführte Abhandlung von *W. Müller*.

Literatur. *A. Eulenberg, De tela elastica. Berol.* 1836; *v. Wittich* in *Virch.* Arch. IX. p. 185; *Kölliker* in Zeitschr. f. w. Zool. IX. p. 140; *E. Klopsch* in *Müll.* Arch. 1857. p. 417; *A. Bandlin*, z. Kenntniss d. umspinnenden Spiralfasern des Bindegewebes. Zürich 1858. Diss.; *H. Müller* in Würzb. nat. Zeitschr. I. 162. Ausserdem vergleiche man die in den §§. 22 und 26 angeführten Abhandlungen.

§. 26.

Bindegewebe. Die Elementartheile, welche im Bindegewebe sich finden, können in wesentliche, nirgends fehlende und in mehr zufällig oder nur an gewissen Orten vorkommende geschieden werden. Zu den erstern gehört das eigentliche Bindegewebe mit seiner bald mehr gleichartigen, bald faserigen Substanz, und die fast überall in dieser oder jener Form, als Bindegewebskörperchen und Knorpelzellen vorkommenden Zellen der Bindesubstanz, zu den andern die elastischen Elemente aller Art, die Fettzellen und andere Zellen ohne bestimmte Eigenthümlichkeit. Ausserdem enthält manches Bindegewebe nicht unbedeutende Mengen einer Zwischensubstanz. Das eigentliche Bindegewebe erscheint gewöhnlich als faseriges und zerfällt mehr weniger deutlich in kleine Abtheilungen, die Bindegewebsbündel, von denen jedes wieder aus einer gewissen Zahl sehr feiner Fäserchen, den Bindegewebsfibrillen besteht, welche durch ihren geringen Durchmesser von 0,6—0,9 μ, ihre blasse Farbe, ihr gleichartiges Aussehen und den Mangel jeder Streifung von den ihnen sonst am nächsten stehenden feinsten elastischen Fasern und Muskelfibrillen sich unterscheiden. Dieselben vereinigen sich unter Beihülfe einer geringen Menge eines hellen Bindemittels und bilden so die genannten Bündel, welche in manchen Beziehungen an diejenigen der quergestreiften Muskeln erinnern, jedoch durch die Abwesenheit einer besondern, dem Sarcolemma zu vergleichenden Hülle und durch den Mangel eines bestimmten Durchmessers von denselben abweichen. Dieselben sind entweder lange, leicht wellenförmig verlaufende Stränge von überall gleicher Dicke, die nicht unmittelbar unter einander sich verbinden, sondern in verschiedener Weise neben und über einander gelagert grössere secundäre

und tertiäre Bündel und Blätter bilden, oder es hängen dieselben, ähnlich den elastischen Netzen, unter einander zusammen und bilden in ausgeprägten Fällen zierliche Maschennetze, die das von mir sogenannte netzförmige Bindegewebe darstellen. — Ausserdieser Form des Bindegewebes giebt es noch eine zweite, seltenere, bei welcher weder Bündel noch Fibrillen deutlich unterschieden werden können, sondern nichts als ein hautartig ausgebreitetes oder in grössern Massen auftretendes, feinkörniges oder leichtstreifiges, selbst ganz gleichartiges helles Gewebe, homogenes oder *Reichert*'sches Bindegewebe. Wäre dieses Bindegewebe weich, so würde es wohl am zweckmässigsten der einfachsten Bindesubstanz sich anreihen, so aber stellt man dasselbe am besten hierher, umsomehr, da es viele Uebergänge zu fibrillärem Bindegewebe zeigt und auch leimgebend zu sein scheint.

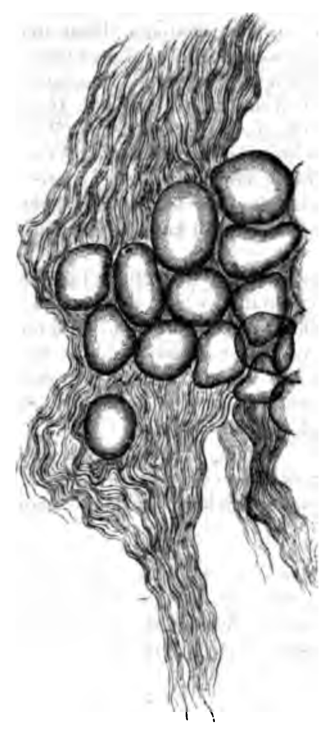


Fig. 32.

Von den sonstigen im Bindegewebe noch vorkommenden Elementen erwähne ich zuerst die Bindesubstanzzellen oder die Bindegewebskörperchen von *Virchow*. Dieselben finden sich besonders im festen Bindegewebe der Sehnen, Bänder, Fascien und fibrösen Häute, weniger in den lockeren Formen, obschon sie auch hier nicht mangeln, und stellen sich besonders in zwei Gestalten dar, die jedoch mannichfache Uebergänge zeigen, nämlich einmal als spindel- oder sternförmige unter einander verbundene Zellen und zweitens als ganz unregelmässige abgeplattete, durch blatt- oder hautförmige Abzweigungen vielfach vereinte Gebilde. In beiden Fällen kann die zellige Natur dieser Theile bald noch erhalten und die Kerne deutlich sein, bald mehr weniger verwischt sich finden, so dass am Ende selbst einfache faserige oder hautartige Bildungen entstehen. Mag dem so oder so sich verhalten, so gehen doch diese Netze von Bindegewebskörperchen nie in elastische Substanz über und lösen sich immer in kaustischen Alkalien in der Wärme rasch auf. Die Verbreitung anlangend, so liegen die Bindegewebskörperchen in Organen mit gleichlaufenden Fasern ohne Ausnahme in regelmässigen Abständen zwischen den Fibrillenbündeln, so dass ihr längerer Durchmesser dem der Bündel entspricht. Dasselbe gilt auch für netzförmig vereinte Bündel und für lockeres Bindegewebe, nur ist hier die Vertheilung der Zellen eine minder gleichmässige und die Zahl je nach den einzelnen Stellen eine sehr verschiedene. Ausserdem finden sich an manchen Orten auch Netze von Bindegewebszellen oder aus solchen hervorgegangene Fasern um grössere oder kleinere Bündel herumgelegt. Alles zusammengenommen ergiebt sich, dass diese Zellen ein nahezu beständiger Begleiter des Bindegewebes sind und im Allgemeinen auch in gleichmässigen kleinen Abständen durch dasselbe verbreitet erscheinen.

Fast genau dasselbe gilt auch von den elastischen Fasern der feineren und gröberen Art. Immerhin gibt es Bindegewebsformen, die dieser Elemente gänzlich ermangeln, und wo sie sich finden, ist ihre Verbreitung und Menge eine weit mehr wechselnde als bei den vorhin erwähnten Zellen. Die eine Endform ist ein Bindegewebe mit spärlichen lockeren Netzen der feinsten elastischen Fäserchen, wie in Bändern und Sehnen, die andere ein Gewebe, in dem entweder elastische Fasernetze

Fig. 32. Lockeres Bindegewebe mit Fettzellen vom Menschen, 350mal vergr.

und mehr reines Bindegewebe regelrecht mit einander abwechseln, oder dichte Fasernetze das Bindegewebe in seiner ganzen Dicke durchziehen, wie in der *Adventitia* der Gefässe, im Perioste, in gewissen Schleimhäuten und in der Cutis.

Knorpelzellen sind, abgesehen vom Faserknorpel, der oben schon besprochen wurde, im Bindegewebe im Ganzen genommen selten und bedürfen hier keiner weiteren Schilderung; um so häufiger sind dagegen im lockern Bindegewebe die Fettzellen, die, wenn zahlreicher, eine besondere Abart des Bindegewebes, das Fettgewebe, darstellen. Ausserdem finden sich noch stellenweise, wie z. B. in der Haut des *Scrotum* ohne Ausnahme, eine gewisse Zahl zarter, meist rundlicher Zellen zerstreut zwischen den Bündeln in der Nähe von Gefässen und Nerven, die als auf mehr embryonaler Stufe stehengebliebene Bildungszellen des Gewebes anzusehen sind. Pigmentzellen im Bindegewebe, die bei Thieren so häufig sind, können als gefärbte Bindegewebskörperchen aufgefasst werden.

Eine Zwischensubstanz ist wohl in den meisten Arten des Bindegewebes

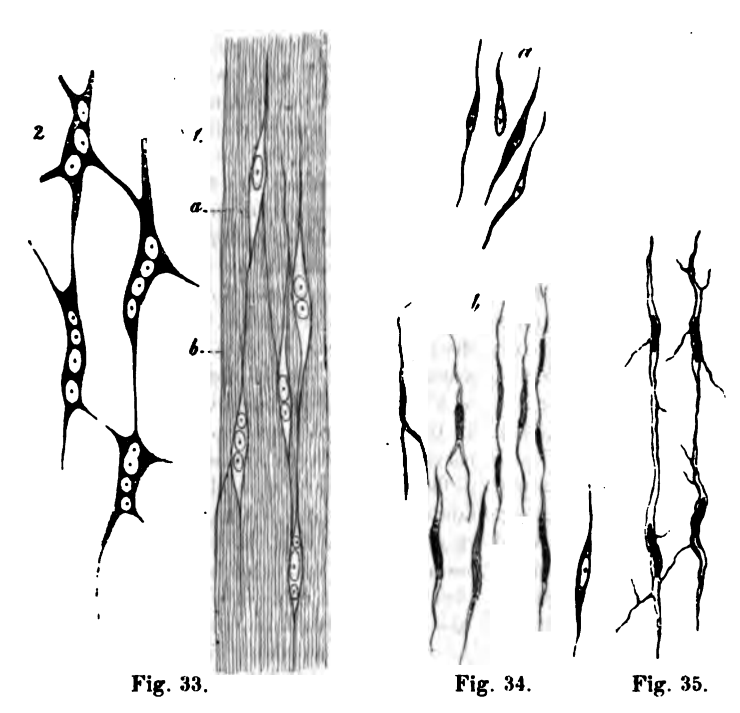


Fig. 33. Fig. 34. Fig. 35.

in geringer Menge zwischen den Bündeln vorhanden, in den festeren Formen jedoch nicht unmittelbar nachzuweisen: dagegen findet sich dieselbe im lockeren Bindegewebe,

Fig. 33. Aus dem Nabelstrange eines 15.7 mm langen Schafembryo, 350mal vergr. 1. Ein Stückchen mit fibrillärer Zwischensubstanz und zusammenhängenden mehr spindelförmigen Bindesubstanzzellen. 2. Von einem Theile, der noch gallertige Zwischensubstanz und mehr sternförmige Zellen enthält. Die Zellen in beiden Fällen fast alle mit mehrfachen Kernen.

Fig. 34. Bindegewebskörperchen der Achillessehne, 350mal vergr. *a.* von einem viermonatlichen, *b* von einem siebenmonatlichen Embryo. Hier einige Zellen zu zweien und dreien verschmolzen.

Fig. 35. Dieselben Zellen aus der Achillessehne eines Neugebornen, hier mehr sternförmig. 350mal verg.

wie z. B. in den gallertigen Formen (*Wharton*'sche Sulze, Knorpelmark etc.), oft in grosser Menge und stimmt dann ganz mit derjenigen der einfachen Bindesubstanz überein.

In chemischer Beziehung ist das Bindegewebe wohl bekannt; die eigentliche Bindesubstanz gibt beim Kochen mit Wasser gewöhnlichen Leim, und enthält ausserdem noch Flüssigkeit in sich, deren Natur ihrer meist geringen Menge wegen noch wenig bekannt ist, ausser dass man weiss, dass dieselbe Eiweisskörper enthält. Wo sie in grösserer Ansammlung sich findet, wie im gallertigen Bindegewebe von Erwachsenen, lässt sich in derselben die Anwesenheit von viel Eiweiss und Schleim mit Leichtigkeit nachweisen.

Das Bindegewebe dient dem Organismus je nach seiner Beschaffenheit bald als fester unnachgiebiger Stoff, bald als ein weicherer Träger von Gefässen, Nerven, Drüsen, bald endlich als nachgiebiges, die Zwischenräume ausfüllendes und Lageveränderungen vermittelndes Gewebe. Wo elastische Elemente in grösserer Menge in ihm sich finden, ändert sich seine Bedeutung und ebenso giebt ihm auch ein grösserer Gehalt an Fett- oder Knorpelzellen eine sonst nicht vorkommende Weichheit oder Härte. Das Bindegewebe besteht beim Embryo ursprünglich einzig und allein aus runden Zellen. Mit der Zeit und zwar sehr bald entwickelt sich zwischen diesen ein gleichartiger formloser Stoff, der anfänglich Schleim- und eiweisshaltig ist, später jedoch nach und nach in noch nicht ermittelter Weise in leimgebende Substanz sich umwandelt. Während dies geschieht, zerfällt derselbe zugleich in Fibrillen und wird so zur eigentlichen Fasersubstanz des Gewebes, in welcher dann später noch, je nach den verschiedenen Gegenden, bald mehr, bald weniger elastische Fasern sich entwickeln. Die ursprünglichen runden Zellen gehen mit dem Auftreten und der Zunahme der Zwischensubstanz grösstentheils in spindel- und sternförmige, netzförmig sich vereinende Elemente über und gestalten sich so zu den Bindegewebskörperchen, welche dann später noch verschiedene andere Schicksale erleiden können, indem sie stellenweise ganz verschwinden, oder zu den eigenthümlichen Elementen des festen Bindegewebes sich umgestalten, oder, ihre Zellennatur ablegend, zu Fasern werden (umspinnende Fasern). Wo Fettzellen im Bindegewebe vorkommen, wird ein Theil der ursprünglichen Zellen zur Bildung derselben benutzt und geht durch Ablagerung von Fetttropfen in diese Form über. Im lockern Bindegewebe erhält sich ein Theil der Zwischensubstanz im ursprünglichen formlosen Zustande und nimmt selbst noch zu, so dass sie z. Th. auch im ausgebildeten Gewebe noch anzutreffen ist. Sind die Bindegewebsbündel angelegt, so wachsen sie ähnlich den elastischen Fasern in die Länge und Dicke weiter, bis sie die Grössenverhältnisse erreicht haben, die sie beim Erwachsenen besitzen, ein Vorgang, bei dem wohl unzweifelhaft die zelligen Elemente, die als die eigentlichen Vertreter des Stoffwechsels im Bindegewebe anzusehen sind und daher von mir auch Saftzellen genannt wurden, eine Hauptrolle spielen. Das fertige Bindegewebe ist, wo es rein vorkommt, sehr gefässarm und steht mit Bezug auf den Stoffwechsel jedenfalls auf einer sehr niedern Stufe, daher auch, gewisse Ausnahmen (Hornhaut z. B.) abgerechnet, fast keine Erkrankungen desselben sich finden. Eine Ausnahme hiervon machen gewisse gefässreiche bindegewebige Organe, doch beruhen hier die Veränderungen nicht auf den eigenthümlichen Verhältnissen des Bindegewebes selbst, sondern werden von den von demselben getragenen andern Theilen (Drüsen, Epithelien, Gefässen, Saftzellen, Fettzellen u. s. w.) bedingt. Bindegewebe und elastisches Gewebe sind die auf tiefster Stufe stehenden Gewebe und erzeugen sich mit grösster Leichtigkeit zum Ersatz von Substanzverlusten oder zur Vergrösserung der schon bestehenden Theile.

Die Vereinigung der verschiedenen Elemente des Bindegewebes geschieht in mannichfacher Weise und werden am besten folgende Formen unterschieden:

I. Festes Bindegewebe (geformtes Bindegewebe, *Henle*). In demselben sind die Elemente innig verbunden und so, dass einfachere Organe von ganz bestimmter Form daraus hervorgehen. Hierher gehören:

a) Die Sehnen und Bänder mit gleichlaufenden, nur spärlich unter spitzen Winkeln zusammenhängenden Bindegewebsbündeln, zwischen und durch welche ganz regelmässig eine gewisse Zahl netzförmig verbundener Bindegewebskörperchen und feine elastische Fasernetze sich hindurchziehen.

b) Die Faserhäute, *Tunicae fibrosae.* Unterscheiden sich von *a* nur durch die häufige Verflechtung der Bindegewebsbündel und die meist bedeutendere Zahl von elastischen Fasern. Hierher zählen:

1) Die Muskelbinden, *Fasciae* die mehr den Bau der Sehnen haben.
2) Die Beinhäute und Knorpelhäute mit stellenweise sehr vielen elastischen Elementen.
3) Die weissen derben Hüllen vieler weichen Organe, wie die *Dura mater*, das *Neurilem*, die *Sclerotica* und *Cornea*, die Faserhaut der Milz und Nieren, die *Albuginea* der Eierstöcke, Hoden, des *Penis* und der *Clitoris*.

c) Die serösen Häute. Bestehen aus einem an feinen elastischen Fasern reichen Bindegewebe, das verschiedentlich sich durchflechtende oder wirklich netzförmig verbundene Bündel hat, auch wohl, namentlich an der Oberfläche dieser Häute, z. Th. mehr gleichartig erscheint.

d) Die Lederhaut. Besteht aus einem dichten Filz von Bindegewebsbündeln, der an der Oberfläche und in den Papillen einem undeutlich fibrillären, zum Theil selbst mehr gleichartigen Gewebe Platz macht, und eine grosse Zahl feinere und stärkere elastische Netze, zum Theil auch Saftzellen, sowie sehr zahlreiche Gefässe und Nerven zwischen sich enthält.

e) Die Schleimhäute im engern Sinne, *Tnnicae mucosae.* Bestehen im Wesentlichen aus einer gefässreichen und nervenhaltenden bindegewebigen Grundlage, der eigentlichen Schleimhaut und einem submucösen Bindegewebe, das am Darm *Tunica nervea* heisst. Die erstere ist z. Th. von ähnlichem Bau, wie die Lederhaut nur weicher, z. Th. ermangelt sie des fibrillären Bindegewebes und besteht aus einer netzförmigen oder cytogenen Bindesubstanz (S. §.23) in verschiedenen Formen.

f) Die Häute der Venen und Lymphgefässe, die *Adventitia* der Arterien und das *Endocardium.* Bestehen aus einem straffen, dem der fibrösen Häute nicht unähnlichen Bindegewebe und feineren oder gröberen elastischen Fasernetzen, denen bei den Venen zum Theil auch glatte Muskeln beigemengt sind.

g) Die gefässhaltigen Häute, *Tunicae vasculosae.* Dieselben enthalten sehr zahlreiche Gefässe, die zur Ernährung anderer Organe bestimmt sind und bestehen entweder aus gewöhnlichem, der elastischen Fasern ermangelnden Bindegewebe (*Iris*, *Pia mater*), oder aus mehr gleichartigen Bindegeweben (*Plexus chorioidei*, *Chorioidea*), dem, wie in der *Chorioidea*, noch eigenthümliche Elemente, nämlich netzförmig zusammenhängende, meist mit mehr oder weniger Pigment gefüllte Zellen beigegeben sein können, welche den Saftzellen des Bindegewebes an die Seite zu stellen sind.

h) Die homogenen Bindegewebshäute. In manchen Organen finden sich Häute, deren Aussehen und zum Theil auch die chemische Natur mit dem Bindegewebe übereinstimmt, die jedoch keine deutlichen Bindegewebsbündel und Fibrillen besitzen, sondern mehr gleichartig erscheinen. Ich rechne hierher die hellen Scheiden, die oft die Bündel der *Arachnoidea* einzeln oder mehrere zusammen umhüllen, das *Neurilem* aller kleineren Nervenstämme, die *Adventitia* kleiner Blutgefässe, die *Membrana hyaloidea*. Von den Hüllen der Drüsenelemente scheinen alle hierher zu zählen, welche in sich Kerne (oder Saftzellen) enthalten, wie die der Hoden, *Graaf*'schen Follikel und gewisser trauben- und schlauchförmigen Drüsen, dagegen kann ich die eigentlichen gleichartigen kern-

losen *Membranae propriae* und die Glashäute nicht zum Bindegewebe rechnen, worüber §. 15 nachzusehen ist.

II. Lockeres oder areoläres Bindegewebe (formloses Bindegewebe. *Henle*). Besteht aus einem weichen Maschenwerke netzförmig verbundener oder verschiedentlich durchflochtener Bindegewebsbündel, die in grösserer oder geringerer Menge als Ausfüllungs- und Verbindungsmasse zwischen den Organen und ihren einzelnen Theilen sich finden und in zwei Formen erscheinen.

1) Als Fettgewebe, wenn in den Maschen eines an elastischen Fasern und Saftzellen gewöhnlich ganz armen Bindegewebes zahlreiche Fettzellen enthalten sind.
2) Als gewöhnliches lockeres Bindegewebe, wenn die letztern spärlich sind oder fehlen.

Das Fettgewebe findet sich vorzüglich in der Haut als *Panniculus adiposus*, in den grossen Röhrenknochen als gelbes Knochenmark, in der Augenhöhle, um die Nieren, im Gekröse und den Netzen, dann auch um die Gelenkkapseln herum, an Nerven und Gefässen und in Muskeln. Das gewöhnliche lockere Bindegewebe, das bald ganz arm, bald reich an Saftzellen und elastischen Fasern ist, ist am verbreitetsten zwischen den einzelnen Eingeweiden des Halses, der Brust-, Bauch- und Beckenhöhle, dann überall längs der Gefässe und Nerven und im Innern der Muskeln, Nerven und Drüsen. An gewissen Orten, wie im Rückenmarkscanale, im Knorpelmarke, in der *Wharton*'schen Sulze des Nabelstranges, hat dasselbe eine gallertige Beschaffenheit, wie embryonales lockeres Bindegewebe, und enthält dann in den Maschen der Bindegewebsbündel eine bald mehr serumartige, bald schleim- und eiweisshaltige Flüssigkeit, eine Form, die als gallertiges Bindegewebe besonders hervorgehoben zu werden verdient und nahe an die gallertige Bindesubstanz sich anschliesst.

Das Bindegewebe findet sich, abgesehen von den verknöcherten Sehnen der Vögel, bei allen vier Wirbelthierclassen ungefähr in derselben Weise, wie beim Menschen, tritt dagegen bei den Wirbellosen meist als einfache Bindesubstanz (s. §. 23) auf, selten als mehr faserige, wie bei *Cephalopoden*, im Mantel der Muscheln, im Stiel der *Lingulen* und *Cirrhipeden*, bei den *Echinodermen*. Auch Fettzellen kommen bei niedern Thieren nicht in der Menge und Ausdehnung vor, wie bei höheren Geschöpfen. Das feste Bindegewebe wird hier vertreten durch knorpelartige oder wenigstens festere einfache Bindesubstanz, durch eine aus Cellulose bestehende Substanz, durch kalkige oder hornige Theile. Die Chitingebilde der *Arthropoden* sind kein Bindegewebe, wie *Leydig* behauptet, sondern Cuticularbildungen (s. meine Abh. üb. diese in Würzb. Verh. VII. und *E. Häckel* in *Müll.* Arch. 1857.)

Was den Bau des Bindegewebes anlangt, so liegen die Sachen jetzt so, das es nicht mehr nöthig ist, *Reichert's* Ansicht, dass die Fibrillen Kunsterzeugnisse seien, ausführlicher zu bekämpfen, indem zu den früher schon bekannten Thatsachen, namentlich der leichten Darstellbarkeit der Fibrillen, der Sichtbarkeit derselben an Querschnitten des festen Bindegewebes nun auch noch eine Zahl neuer von *Henle*, *Rollett* und *W. Müller*, ermittelter Umstände gekommen sind. Nach *Henle* (Jahresb. v. 1857, isoliren sich die Fibrillen sehr schön nach wiederholt abwechselnder Behandlung des Bindegewebes mit Reagentien, die es aufquellen und wieder schrumpfen machen, wie verdünnte und concentrirte Salpetersäure und Salzsäure. Dasselbe erreichte *Rollett* dadurch, dass er bindegewebige Theile 6—8 Tage in Kalkwasser und 4—6 Stunden in Barytwasser liegen liess, wodurch die Substanz ausgezogen wird, die die Fibrillen verkittet. *W. Müller* endlich (Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. Bd. X.) hat gezeigt, dass die Agentien, welche die fibrilläre Structur nicht ändern, auch die optischen Eigenschaften (die optische Axe liegt beim Bindegewebe in der Längsrichtung der Fibrillen und ist das Gewebe positiv doppelt brechend) nicht merklich beeinträchtigen, die Stoffe dagegen, die den Bau scheinbar aufheben und ein gleichartiges Ansehen veranlassen, eine beträchtliche Verminderung des Doppelbrechungsvermögens setzen.

Meine Stellung zu der Frage von der Entwickelung des Bindegewebes überhaupt habe ich schon in § 15 im Allgemeinen bezeichnet und erwähne hier nur noch Folgendes.

ann's Ansicht, dass die Fasersubstanz des Bindegewebes aus Zellen hervorgehe, wel-
auch ich früher anhing, stützte sich darauf, dass in embryonalem Bindegewebe
spindelförmige Zellen vorkommen, die mehr minder deutlich streifig sind und leicht
itwickelungsstufen von Bindegewebsbündeln genommen werden können. Eine ge-
: Verfolgung dieser Zellen bei Embryonen hat mich nun aber gelehrt, dass dielben
und sonders in die zelligen Elemente des reifen Bin-
ebes übergehen, und in die Abtheilung der Binde-
nzzellen oder Bindegewebskörperchen gehören, wäh-
lie faserige Grundsubstanz als anfänglich formlose
hensubstanz sich entwickelt. Zweifel an der Richtig-
ieser Auffassung konnten nur die Fälle erwecken, in
im Bindegewebe zellige Elemente in wirkliche Faser-
e scheinbar bindegewebiger Natur übergehen. Etwas
t findet sich in den folliculären Drüsen, deren Faserge-
on *Henle* in der That für Bindegewebe erklärt wird,
in der Retina, wo nach *H. Müller* schöne Zellen
nlose Fasernetze sich umbilden, die *M. Schultze*
ills als Bindegewebe deutet, endlich bei den Binde-
sbündel verschiedener Gegenden umspinnenden Fa-
Fig. 36). Ich habe jedoch gezeigt, dass diese Gerüste
'asernetze chemisch ganz anders als Bindegewebe
erhalten, so wie dass die Zellen, aus denen dieselben
eifelhaft hervorgehen, mit den Bindegewebskörperchen
instimmen, und glaube daher vollkommen im Rechte zu sein, wenn ich diesen That-
ı jede Beweiskraft zu Gunsten der *Schwann*'schen Lehre abspreche.

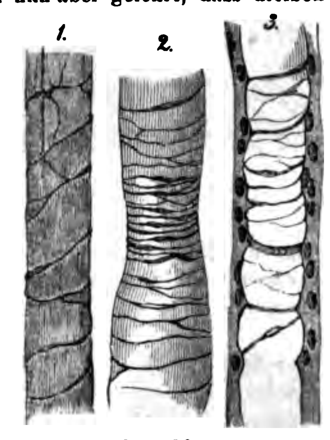


Fig. 36.

Literatur. *Zelinsky, De telis collum edentibus. Dorp.* 1852. *Diss.*; *A. Rollett*, s. ü. d. Structur des Bindegewebes, Wiener Sitzungsber. Bd. 30; *A. Baur*, die Ent- d. Bindesubstanz. Tübingen 1858; *J. Martyn* in *Beale's Arch. de medécine* VI. ; *M. Lieberkühn* in *Müll.* Arch. 1860. St. 824; *A. Weismann* Ueber den feinen les menschl. Nabelstranges in Zeitschr. f. rat. Med. 1860. Bd. XI. St. 140; *Heiden-* in Studien des Inst. zu Breslau 1861. St. 196. *Béla Mashik*, Beitr. z. Kenntniss ehnengewebes in Sitzungsber. d. Wien. Akad. Bd. 34. Ausserdem vergleiche man die ı §§ 22—25 und 27 citirten Abhandlungen.

§. 27.

Knochengewebe. In morphologischer Beziehung besteht das Knochengewebe itlich aus einer Grundsubstanz und vielen in dieselbe eingestreuten mikro- schen, 13—31μ langen, 6—15μ breiten und 4—9μ dicken Höhlungen, den chenhöhlen, *Lacunae ossium* (Knochenkörperchen der Autoren). Erstere, weisser Farbe, ist bald mehr gleichartig, bald feinkörnig oder selbst faserig, sehr ; lamellös und durch innige Verbindung mit Kalksalzen hart und spröde; die henhöhlen sind meist linsenförmig von Gestalt und stehen durch sehr zahlreiche Ausläufer, die Knochencanälchen (*Canaliculi ossium*), mit einander in ndung und münden auch z. Th. durch dieselben an der äussern Oberfläche der hen und in die grössern und kleinern Mark- und Gefässräume im Innern aus. Knochenhöhle sammt ihren Ausläufern enthält eine sternförmige Zelle, die chenzelle mit hellem Inhalt, welcher bei der Ernährung der Knochen eine spielt, und in demselben in vielen Fällen, vielleicht immer, einen Zellenkern. ır diesen zwei wichtigsten Elementen, den Zellen und der Grundsubstanz, welche

Fig. 36. Drei Bindegewebsbündel mit umspinnenden Saftzellen aus der *Arachnoidea* i eines Neugebornen, 350mal vergr., mit Essigsäure. 1. Bündel ohne Hülle mit spär- ı Saftzellen. 2. Ein solches mit dichtstehenden Zellen. 3. Bündel mit kernehaltiger von homogenem Bindegewebe.

in keinem Knochen höherer Thiere fehlen, kommen in den meisten Knochen auch noch zahlreiche Gefässe und Nerven, sowie häufig eine besondere, dieselben tragende Substanz, das Knochenmark, vor, welches entweder aus gewöhnlichem Fettgewebe, oder aus einem lockern spärlichen Bindegewebe mit wenigen Fettzellen und vielen besondern sogenannten Markzellen zusammengesetzt ist. Diese Weichtheile erfüllen die grössern Höhlungen im Innern der Knochen und in der schwammigen Substanz, finden sich aber auch, zum Theil wenigstens, in engern, die feste Substanz durchziehenden Röhren, den Gefäss- oder *Havers*ischen Canälen, die an der äussern und innern Oberfläche der Knochen vielfach ausmünden.



Fig. 37.

Die Knochengrundsubstanz besteht aus einem innigen Gemenge einer leimgebenden Substanz, welche mit der Substanz des Bindegewebes vollkommen übereinstimmt, und anorganischen Verbindungen, unter denen der phosphorsaure und der kohlensaure Kalk eine Hauptrolle spielen. Das chemische Verhalten der Knochenzellen ist nicht genauer bekannt, wahrscheinlich enthalten dieselben vor Allem Eiweiss, Fett und Salze, wie das Cytoplasma. Die Knochen dienen dem Körper durch ihre Festigkeit und Härte als Stützpunct der Weichtheile und zur sichern Umschliessung derselben, ausserdem auch noch in besonderer Weise, wie z. B. die Gehörknöchelchen und die Labyrinththeile, welche die Schallwellen leiten. Die Entwickelung der Knochen geschieht wesentlich in zweierlei Weise, einmal durch Umwandlung wahren Knorpels und zweitens durch Verknöcherung von gewöhnlichem Bindegewebe. In beiden Fällen sind es Zellen, hier die Knorpelzellen, dort die Bindegewebszellen, welche zu den Knochenzellen werden, und zwar geschieht diess nach zwei etwas verschiedenen Typen. Wenn Knochen aus Knorpeln entstehen, so wandeln sich die letztern zuerst in eine Art Knorpelknochen um, indem ihre Grundsubstanz Kalk aufnimmt; zugleich erzeugen die Knorpelkapseln eine Brut junger Zellen in sich und fliessen zu grösseren Räumen zusammen, deren Inhalt eben diese Zellen sind, die nun auch Markzellen heissen können, indem wenigstens ein Theil derselben auch dazu dient, um die Elemente des fertigen Markes zu erzeugen. Ein anderer wichtigerer Theil dieser Abkömmlinge der Knorpelzellen jedoch (die



Fig. 38.

Fig. 37. Ein Stückchen eines senkrechten Schliffes von einem Scheitelbein, 350mal vergr. *a.* Lacunen mit blassen, nur zum Theil sichtbaren Ausläufern wie im natürlichen Zustand, *b.* körnige Grundsubstanz. Die streifigen Stellen bedeuten die Grenze der Lamellen.

Fig. 38. Von der Innenfläche eines *Os parietale* des Neugebornen, 300mal vergrössert. *a.* Knochen mit Höhlen, noch blass und weich. *b.* Rand desselben. *c.* Ossificirendes Blastem mit seinen Fasern und Zellen. *B.* Drei dieser Zellen, 350mal vergr.

Osteoblasten von *Gegenbaur*) geht in ächte Knochensubstanz über, welche auf die verkalkten Theile der Knorpelgrundsubstanz sich ablagert, und zwar gehen, wie ich mit *H. Müller* finde, die Zellen hierbei unter gleichzeitiger Abscheidung eines gleichartigen Zwischenstoffes, der zur Knochengrundsubstanz sich gestaltet, nach und nach durch Bildung von Ausläufern in die sternförmigen Knochenzellen über. Verknöchert Bindegewebe, wie bei den Periostablagerungen der Knochen und der ersten Entstehung der platten Schädelknochen, so geht dasselbe, verschieden von dem Knorpel, ohne weiteres und unmittelbar in wirklichen Knochen über, indem seine rundlichen Bindesubstanzzellen zu den sternförmigen Knochenzellen, und seine Fasersubstanz durch Aufnahme von Kalksalzen zur Knochengrundsubstanz sich gestalten, doch zeigt sich auch in diesem Falle, dass die ursprüngliche Knochenbildung zum Theil wieder aufgezehrt wird, um einer zweiten Bildung Platz zu machen, die in ähnlicher Weise aus dem Marke dieser Knochen hervorgeht, wie der ächte Knochen bei der Knorpelverknöcherung. So ergibt sich, dass die Hauptmasse der Knochen den Markzellen und einer von ihnen abgeschiedenen gleichartigen verkalkenden Substanz ihren Ursprung verdankt — während allerdings an der Grenze derselben gegen die Beinhaut und den Knorpel auch Reste der ursprünglichen Bildungen sich erhalten — und lässt sich so doch eine Einheit in der Entstehung dieses Gewebes nachweisen, trotz der Verschiedenheit der beiden Vorläufer desselben. Ausser in der angegebenen Weise entsteht das Knochengewebe auch noch, wie *Gegenbaur* zuerst mit Recht hervorgehoben hat, wie z. B. bei den Gesichtsknochen der Säuger, unmittelbar aus einem weichen zelligen Gewebe, ohne dass Knorpel oder Bindegewebe als Vorläufer auftreten, in welchem Falle die Zellen wie die Knochenbildungszellen in den andern Fällen sich verhalten. Ferner kann auch Knorpel sowohl normal als pathologisch zu einem verkalkten Gewebe mit sternförmigen Höhlen aus Zellen sich umbilden, das von ächten Knochen wenig abweicht. — Aus allen Knochen lassen sich, wie *Virchow* zuerst entdeckte, nach dem Ausziehen der Salze durch Erweichen in Säuren und Alkalien, sowie durch Knochen sternförmige Bildungen und der Form und Grösse der Knochenzellen isoliren, welche ausser den Zellen aus einer zarten aber festen ihre Form genau wiederholenden Kapsel der Grundsubstanz bestehen, wie *Neumann* vor Kurzem gezeigt hat. — Der Stoffwechel der Knochen ist sehr lebhaft und wird einmal durch die Gefässe der sie überziehenden Beinhaut, und, wenn solche da sind, auch durch diejenigen im Mark und in den Gefässcanälchen vermittelt. Die Knochen haben eine grosse Wiedererzeugungsfähigkeit und heilen leicht zusammen, ja es ersetzen sich grössere Verluste, selbst ganze Knochen, wenn die Beinhaut derselben geschont wird, welche nach *Ollier's* merkwürdigen Versuchen selbst an andere Stellen versetzt noch Knochen erzeugt: auch zufällige Knochenbildung ist sehr gewöhnlich.

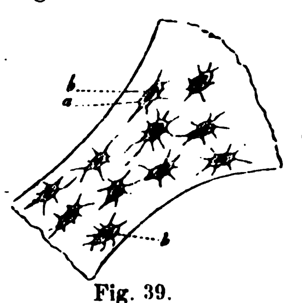


Fig. 39.

Das Knochengewebe findet sich einmal in den Knochen des Skeletes, zu denen auch die Gehörknöchelchen und das Zungenbein gehören, zweitens in den Knochen des Muskelsystems, wie den Sesambeinen und den Verknöcherungen von Sehnen, drittens in der Knochenkruste (*Substantia osteoidea*) oder dem Cement der Zähne. Manche Knorpel verknöchern ziemlich regelmässig im Alter, wie die Rippen- und Kehlkopfknorpel.

Fig. 39. Eine Knochenfaser aus einem Femur des Menschen mit deutlich sichtbaren Knochenzellen und Kernen. Mit Wasser gekocht und 350mal vergr.

Als Abart des Knochengewebes lässt sich das Zahnbein oder Elfenbein betrachten, in welchem statt vereinzelter Knochenhöhlen lange Röhrchen, die Zahnröhrchen, sich finden und ausserdem auch in chemischer Beziehung einige Abweichungen sich ergeben. Die Entwickelungsgeschichte des Elfenbeins führt dahin, dasselbe für eine Knochensubstanz zu erhalten, deren Zellen zu langen Fasern ausgewachsen sind, die durch feine Ausläufer mit einander zusammenmünden, eine Auffassung, welche auch die zahlreichen, bei Thieren zu beobachtenden Uebergänge zwischen dem wahren Elfenbein und dem Knochengewebe erklärt (siehe unten bei den Zähnen).

Bei den Wirbelthieren sind Knochen weiter verbreitet als bei dem Menschen, und finden sich solche in der Haut (Gürtelthiere, Schildkröten, Eidechsen z. Th., gewisse Batrachier, Fische), im Herzen (der Herzknochen der Wiederkäuer und Pachydermen, von *Emys europaea* [*Bojanus*]), im Muskelsysteme (Zwerchfellknochen des Kameeles, Lama und Igels, ossificirte Sehnen der Vögel, Gräten der Fische), im Auge (Scleroticalring), in der äussern Nase (Rüsselknochen der Schweine und Maulwürfe, *Os praenasale* der Faulthiere), in der Zunge (*Os entoglossum* der Fische und Vögel), in den Respirationsorganen (Kehlkopfs-, Tracheal- und Bronchialknochen vieler Vögel), in den Geschlechtsorganen (Penisknochen der Säuger), im Knochensysteme *Ossa sternocostalia* der Vögel und einiger Säugethiere). Die Knochenzellen sind bei Thieren meist wie beim Menschen, doch zeichnen sich dieselben an vielen Orten (Fische, Amphibien z. Th.) durch eine grosse Länge aus, an andern durch die geringe Entwickelung ihrer Ausläufer (Sclerotica von *Thynnus*, *H. Müller*). Knochen ohne Knochenzellen oder das von *mir* sogenannte osteoide Gewebe finden sich nach meinen Erfahrungen bei sehr vielen Fischen (fast allen Acanthopterygiern und vielen Weichflossern), dafür treten hier sehr häufig an deren Stelle wirkliche Zahnröhrchen auf. Ausserdem finden sich bei Fischen noch eigenthümliche Formen von Knochengewebe, wie namentlich ein Gewebe, das Zahnröhrchen und Knochenzellen zu gleicher Zeit zeigt (Schuppen und Knochen vieler Ganoiden). — Bei Wirbellosen findet sich nirgends ächter Knochen und dienen hier als Ersatz die sogenannten Kalkskelete, die vorwiegend aus kohlensaurem Kalke bestehen und als Incrustationen von formlosen Geweben und Zellenparenchymen, als festwerdende Ausscheidungen von Kalk oder als Ablagerungen von Kalkconcretionen in verschiedene Gewebe auftreten. — Die Verbreitung der Zähne ist auf die drei bekannten Wirbelthierclassen beschränkt. Bei den Plagiostomen kommen den Zähnen im Bau ganz gleiche Gebilde auch als Stacheln in der Haut vor.

Den Bau der Knochen anlangend, so ist hier noch zu bemerken, dass von *Sharpey* beim Menschen gefundene eigenthümliche, die Knochenblätter durchsetzende Fasern (*perforating fibres Sh.*), nach meinen Erfahrungen bei Thieren sehr verbreitet sind und namentlich bei Fischen und Amphibien vorkommen. Es sind dieselben offenbar Bindegewebsbündel, die vom Perioste aus eindringend bald verkalkt sind, bald weich sich erhalten.

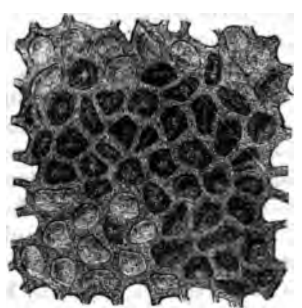


Fig. 40.

In rachitischen Knochen gehen, wie ich im Jahr 1847 gezeigt, und wie später *Virchow*, *Rokitansky*, *H. Müller* u. A. bestätigt haben, die Knorpelzellen in eigenthümliche, den wahren Knochenzellen ähnliche Bildungen über, nur dass dieselben von den verknöcherten Knorpelkapseln umgeben sind, an denen gleichzeitig mit der Umbildung der Knorpelzellen zu sternförmigen Zellen, oder schon vorher Porencanälchen auftreten, ähnlich denen, die in verholzenden Pflanzenzellen sich bilden. Der aus diesen Beobachtungen gezogene Rückschluss auf die regelrechte Verknöcherung beim Menschen, dem fast alle Histiologen Beifall zollten, ergibt sich jedoch nach *H. Müller's* Untersuchungen als nicht

Fig. 40. Sechs in der Entwickelung begriffene, noch von der Grundsubstanz scharf abgegrenzte Knochenkapseln aus einem rachitischen Knochen. *a.* Einfache Knochenkapseln, *b.* zusammengesetzte, einer Mutterkapsel mit zwei Tochterkapseln entsprechend, *c.* eben solche aus drei Kapseln entstanden, 300mal vergr.

begründet, indem bei dieser, wovon auch ich mich überzeugte, die Knorpelkapseln an der Bildung der Knochenzellen keinen Antheil nehmen, und selbst die Knorpelzellen meist nicht unmittelbar, sondern erst durch ihre Abkömmlinge zu Knochenzellen werden. Dagegen habe ich zu bemerken, dass es nach meinen neueren Erfahrungen bei Thieren Fälle gibt, wo Knorpel oder wenigstens ein dem Knorpel so nahe stehendes Gewebe, dass es sich von solchem nicht unterscheiden lässt, unmittelbar zu ächtem Knochen mit sternförmigen Zellen wird, und zwar bei der Verknöcherung des Rehgeweihes, an welchem Orte, wenn ich recht gesehen habe, die verknöchernden Zellen selbst Kapseln erhalten, an denen erst Porencanälchen auftreten, bevor die eingeschlossenen Zellen sternförmig werden. Auch im verkalkten Knorpel der Plagiostomen kommen Bildungen vor, die von Knochenzellen nicht mehr weit sich unterscheiden und endlich habe ich im Cemente von *Hydrochaerus Capybara* ein Knochengewebe gefunden, das durch die geringe Menge und den stellenweise vollständigen Mangel einer Grundsubstanz, und die grossen Knochenhöhlen mit wenig entwickelten Ausläufern von verkalktem Knorpel kaum abweicht. Demzufolge scheint mir die scharfe Grenze, die *H. Müller* zwischen verkalktem Knorpel und ächtem Knochen zieht, ebenso wenig durchgreifend zu sein, wie die, die man früher zwischen Bindegewebe und Knorpel zog.


Fig. 41.

Literatur. *Deutsch*, *De penitiori ossium structura observationes. Vrat.* 1834. *Diss.*; *Miescher*, *De inflammatione ossium eorumque anatome generali. Accedunt observat. auct. J. Müller. Berol.* 1836; *Schwann*, »Knochengewebe« in Berl. encycl. Wörterb. der med. Wiss. Bd. 20. S. 102; *Tomes*, Artikel *»Osseus tissue«* in *Cyclop. of Anat. III*; *Kölliker*, Ueber Verknöcherung bei Rachitis in Mittheil. der Zür. nat. Ges. 1847. p. 73; *H. Meyer*, Der Knorpel u. s. Verknöch. in *Müll.* Arch. 1849. p. 292; *A. Brandt*, *Disquis. de ossificat. processu. Dorp.* 1852; *Bruch*, Beitr. z. Entw. d. Knochensystems, Denkschr. d. schweiz. nat. Ges. XII. 1853; *Virchow*, Das normale Knochenwachsthum und die rach. Stör. desselben in s. Arch. V. p. 409; *J. Tomes and Campbell de Morgan Obs. on the struct. a. developm. of bone in Phil. trans.* 1853. *I. p.* 109; *H. Müller*, Beiträge zur Kenntniss der Entwick. d. Knochengewebes in Zeitschr. f. wiss. Zool. IX. Heft 2; *Black*, *The pathology of tuberculous bones* in *Edinb. med. Journ.* 1859. p. 780; *Kölliker*, Ueber verschiedene Typen in der mikr. Structur des Skelettes der Knochenfische, Würzb. Verh. IX. p. 257; über die grosse Verbr. d. *perforating fibres Sharpey* in Würzb. naturh. Zeitschr. I. 306; *H. Müller*, Ueber *Sharpey's* durchbohrende Fasern der Knochen in Würzb. naturh. Zeitschr. I. 296, ebend. Bd. IV. p. 29; *Lieberkühn* in *Müll.* Arch. 1860. p. 824; 1862. p. 702, 1863. p. 614, 1864. p. 598, 1865, p. 404; *R. Mayer* in *Virch.* Arch. Bd. 26. p. 358; *E. Neumann*, Beitr. z. Kenntn. d. norm. Zahnbein-und Knochengewebe. Leipz. 1863; *Ch. Robin* in *Journ. d. l'Anat. et la Phys. I. p.* 514 und 577; *C. Gegenbaur* in Jenaische Zeitschr. Bd. I. p. 343; *W. Waldeyer* in Med. Centralbl. 1865. Nr. 8. und in Arch. f. mikr. Anat. I. St. 354; Unters. ü. d. Entw. d. Zähne in Königsb. med. Jahrb. Bd. 4. St. 236 (auch separat Danzig 1864) und in *Henle's* Zeitschr. Bd. 24. St. 169; *L. Landois* im Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1865. Nr. 16. 18 und in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 16. Ausserdem die in § 24 und 27 angeführten Arbeiten von *Hoppe*, *Beneke* und *Aeby*.

III. Muskelgewebe.

§. 28.

Allgemeine Eigenschaften desselben. Je weiter unsere Kenntnisse der zusammenziehungsfähigen Gewebe fortschreiten, um so mehr ergibt es sich, dass

Fig. 41. Theil eines Schliffes des Cementes von *Hydrochaerus*, 350mal vergr.

die scharfe Trennung, die man früher zwischen glatten und quergestreiften, animalen und vegetativen Muskelfasern angenommen hat, nicht länger festgehalten werden kann. Es haben nämlich die Untersuchungen der letzten Jahre gelehrt, dass der alte Satz, dass die Elemente der glatten Muskeln der Wirbelthiere einer einzigen Zelle entsprechen, die der animalen Muskeln dagegen einer verschmolzenen Reihe von solchen, nicht stichhaltig ist, indem alle quergestreiften Muskelfasern von Wirbelthieren abgesehen von denen des Herzens der Säuger den Werth einfacher Zellen haben. Ferner wissen wir jetzt, dass die Querstreifung und das Vorkommen von Fibrillen nicht ausschliessliche Eigenschaft der quergestreiften Muskelfasern ist, indem auch einfache kürzere Zellen (Endocard der Wiederkäuer) oder Faserzellen von der Beschaffenheit derer der glatten Muskeln in gewissen Fällen (*Truncus art.* des Salamanders, Herz der nackten Amphibien und Fische) Querstreifung darbieten. Da nun auch die Physiologie einer Trennung entgegen ist, indem kaum bezweifelt werden kann, dass die wesentlichen Unterschiede, die in den Verrichtungen der animalen und vegetativen Muskeln sich finden, nicht aus dem Mangel oder der Anwesenheit einer Querstreifung, sondern aus Beziehungen zum Nervensysteme sich erklären, und selbst in chemischer Beziehung keine Unterschiede zwischen den verschiedenen bewegungsfähigen Elementen bekannt sind, so folgt wohl mit Sicherheit, dass man allen Grund hat, dieselben in Eine Abtheilung zusammenzustellen. Immerhin scheint es mir, namentlich mit Rücksicht auf den Menschen und die höhern Thiere, gerechtfertigt, als Unterabtheilungen dieser die bekannten zwei beizubehalten und als Eintheilungsgrund die Entwickelung zu benutzen, die ich schon bei meinen ersten Untersuchungen über die glatten Muskeln voranstellte. Wenn nämlich auch in den Formen der bewegungsfähigen Elemente eine grosse Mannichfaltigkeit herrscht, so ist doch einleuchtend, dass die überwiegend grosse Mehrzahl derselben in zwei Abtheilungen zerfällt, 1) meist kürzere einzellige Fasern, die nur Einen Kern enthalten und 2) gewöhnlich längere vielkernige Elemente, von denen die einen (Muskelnetze des Herzfleisches und der Wirbellosen, Muskelfasern der Arthropoden) einer Verschmelzung von Zellen ihren Ursprung verdanken, die andern, obschon vom Werthe einfacher Zellen, doch ihrer zahlreichen Zellenkerne wegen wenigstens physiologisch eine ganze Zellenreihe darstellen. Da nun an die Länge der Fasern und die Zahl der Kerne offenbar die wichtigsten Unterschiede, die, abgesehen von den Beziehungen zum Nervensysteme, zwischen den Muskeln herrschen, gebunden sind, vor allem der, dass die einen Muskeln mit ihren kleinsten Abschnitten zu selbstständigen Leistungen befähigt sind, die andern nur zu ganzen Verkürzungen, so sehe ich mich um so mehr bewogen, als Unterabtheilungen des Muskelgewebes 1) die der Muskelzellen und 2) diejenige der Muskelfasern festzuhalten.

Das Muskelgewebe tritt in der Thierreihe in so verschiedenen Formen auf, dass es leicht begreiflich ist, dass bis anhin noch kein Einklang der Ansichten in Betreff der anatomischen Bedeutung derselben und ihrer zweckmässigsten Eintheilung sich ergeben hat. Während ferner die einen, wie ich in den frühern Auflagen dieses Werkes, die Kluft zwischen den mannigfachen Gestalten der Muskelelemente zu verringern und eine einheitliche Auffassung derselben anzubahnen versuchten, betonen andere mehr die Unterschiede, wie namentlich *Weismann*, der das Muskelgewebe in 1) das Zellengewebe und 2) das Primitivbündelgewebe scharf sondert. Bei einer solchen Sachlage ist vor Allem eine sorgfältige Feststellung der thatsächlichen Grundlage am Platze und bemerke ich in dieser Beziehung Folgendes.

1. Durch die Untersuchungen gewisser Forscher, vor Allem von *mir* und *Weismann* steht es fest, dass alle Muskelfasern der Wirbellosen, mit Ausnahme der Muskelfasernetze und der Muskelfasern der Arthropoden, den Werth einkerniger Zellen besitzen.

2. Ebenso ist nun zur Genüge nachgewiesen, dass die einkernigen Muskelzellen der höhern und niedern Thiere nicht immer einen gleichartigen Bau darbieten, vielmehr im Innern ebenso differenzirt sein können, wie die quergestreiften Muskelfasern.

3. Dass die quergestreiften Muskelfasern der Wirbelthiere den Werth einfacher vielkerniger Zellen haben, wie *Prevost-Lebert* und vor Allem *Remak* zuerst für den Frosch angegeben und *ich* für den Menschen bestätigt hatte, wird durch zahlreiche Erfahrungen neuerer Autoren (*M. Schultze, Weismann, F. E. Schulze, C. O. Weber, Zenker*) in solchem Umfange erhärtet, dass diese Angelegenheit wohl ebenfalls als erledigt betrachtet werden darf.

4. Neben den ein- und mehrkernigen Muskelfasern vom Werthe einfacher Zellen gibt es auch Muskelelemente, die aus verschmolzenen Zellen bestehen, und in Form von Netzen auftreten. Solche Netze finden sich 1) als Geflechte glatter Fasern bei Thieren die nur einkernige Muskelfasern besitzen, Herz von Mollusken; Füsschen von Echinodermen und Cirrhen von Anneliden (*ich*); Acanthocephalen und Gephyreen (*Schneider*) und 2) als Netze quergestreifter Fasern bei Thieren, die vielkernige Muskelfasern enthalten (Arthropoden, Herz der Vögel und Säuger) und zeigen in den einen Fällen noch deutlich die sie zusammensetzenden Zellen, während dieselben in andern nicht zu erkennen sind. Findet sich letzteres bei quergestreiften Fasern wie z. B. im Herzen der Säuger, so werden die Elemente eines solchen Netzes den einzelligen vielkernigen Muskelfasern täuschend ähnlich, obgleich die Genese beider eine verschiedene ist.

5. Nach *Weismann's* Untersuchungen entstehen die quergestreiften einfachen Muskelfasern der Arthropoden ebenfalls durch Verschmelzung vieler Zellen und sind daher wohl in der Form, nicht aber in der Entwicklung denen der Wirbelthiere gleich. Diese Aufstellung soll für die von *W.* untersuchten Muskeln einiger Insecten nicht beanstandet werden, dagegen erlaube ich mir zu bemerken, dass dieselbe sicherlich nicht allgemein gültig ist, denn ich habe an den *Malpighi*'schen Canälen gewisser Insecten auch einkernige nicht anastomosirende quergestreifte Muskelfasern gesehen.

Fasst man die wichtigsten über das Muskelgewebe ermittelten Thatsachen zusammen, so ergibt sich folgende Formenreihe:

1. Einkernige einfache Muskelzellen von rundlicher Gestalt, Spindel- oder Sternform ohne und mit Querstreifung.
2. Netze spindel- und sternförmiger Muskelzellen mit deutlichen Zellenkörpern mit und ohne Querstreifung.
3. Fasern und Fasernetze aus verschmolzenen rundlichen Zellen gebildet, deren einzelne Elemente nicht mehr erkennbar sind.
4. Vielkernige lange quergestreifte Muskelfasern, die der Genese nach einfachen Zellen entsprechen, physiologisch dagegen einer Summe von Zellen gleich zu achten sind.

Zwischen 1, 2 und 3 fehlen scharfe Grenzen, dagegen steht 4 ziemlich unvermittelt da, immerhin kann an das seltnere Vorkommen von 2—4 Kernen in den Faserzellen glatter Muskeln erinnert werden, so wie an den Umstand, dass nach *Gastaldi* die Muskelzellen im Herzen der Vögel, bevor sie untereinander verschmelzen, stets mehrkernig sind.

§. 29.

Gewebe der Muskelzellen oder der glatten Muskeln. Die glatten, auch vegetativen oder organischen Muskeln bestehen wesentlich aus mikroskopischen, meist spindelförmigen, an den Enden manchmal getheilten, längeren, seltener kurzen und mehr breiten, walzenförmigen oder leicht abgeplatteten Fasern, den von mir sogenannten contractilen oder musculösen Faserzellen. Jedes dieser Elemente, im Mittel von 45—225 μ Länge, 4—7 μ Breite, hat die Bedeutung einer verlängerten Zelle, lässt jedoch, mit wenigen Ausnahmen (*Uterus gravidus*, Wirbellose) keinen Unterschied zwischen Inhalt und Hülle erkennen, sondern besteht aus einem scheinbar gleichartigen, manchmal feinkörnigen oder schwach streifigen Stoffe, in dem ohne Ausnahme in der Mitte der Faser ein meist stäbchenförmiger, langer aber schmaler, mittlerer Zellenkern sich befindet. Diese Faserzellen vereinen sich unter Mitwirkung eines nicht unmittelbar zu beobachtenden Bindemittels zu platten oder rundlichen Strängen, den Bündeln der glatten Muskeln, welche dann durch zarte Hüllen von Bindegewebe und feinen elastischen Fasern, eine Art Perimysium, zu grössern Massen sich verbinden, in denen zahlreiche Gefässe und eine verhältniss-

mässig geringe Zahl von **Nerven** sich ausbreiten. In **chemischer** Beziehung bestehen die Faserzellen der glatten Muskeln aus einer stickstoffhaltigen, dem Faserstoff verwandten Substanz, dem sogenannten **Muskelfibrin** oder **Syntonin** (*Lehmann*), welches nach den bisherigen Erfahrungen von dem Blutfaserstoff nur dadurch sich unterscheidet, dass es in Salpeterwasser und kohlensaurem Kali nicht, wohl aber in verdünnter Salzsäure und zwar sehr leicht sich auflöst. Die **physiologische** Bedeutung der glatten Muskeln liegt in ihrem Zusammenziehungsvermögen, durch welches dieselben namentlich die Verrichtungen der Eingeweide sehr wesentlich unterstützen und an denselben, vermöge der Kürze ihrer Elemente, auch ganz **örtliche** Formveränderungen bedingen. Die **Entwickelung** ihrer Elemente geschieht einfach durch Verlängerung runder Zellen und Umwandlung des gesammten Inhaltes derselben zu einem gleichartigen zusammenziehungsfähigen Stoffe, wobei nur in seltneren Fällen eine deutliche Zellmembran als Hülle der Fasern sich ausprägt. Der **Stoffwechsel** darf in den glatten Muskeln als lebhaft angenommen werden, wie vor Allem die neuern Untersuchungen über die die glatten Muskeln durchziehende Flüssigkeit lehren, die neben Milchsäure, Essigsäure und Buttersäure auch Kreatin und Inosit enthält, ausserdem aber auch das häufige Vorkommen physiologischer (im Uterus) und pathologischer Hypertrophien und Atrophien derselben beweist. Ob glatte Muskeln sich wiedererzeugen oder Stoffverluste durch ein ähnliches Gewebe ersetzen, ist unbekannt, dagegen scheinen Neubildungen derselben in Geschwülsten des Uterus vorzukommen.

Das glatte Muskelgewebe bildet im menschlichen Körper nirgends grössere Muskeln, wie diess z. B. bei den Mastdarmruthenmuskeln der Säugethiere der Fall ist, sondern findet sich entweder in Gestalt kleiner Bündelchen zerstreut im Bindegewebe oder in Form von **Muskelhäuten**. In beiden Fällen erscheint dasselbe entweder mit gleichlaufenden oder netzförmig vereinten Bündeln, und steht auch beim Menschen an manchen Orten mit **Sehnen aus elastischem Gewebe** in Verbindung, wie sie zuerst von *mir* an den Trachealmuskeln des Menschen und an den Hautfedermuskeln der Vögel aufgefunden worden sind. Seine Verbreitung ist folgende:

a

Fig. 43.

1) Im **Darmcanal** bildet das glatte Muskelgewebe einmal die *Muscularis* von der untern Hälfte der Speiseröhre an, wo glatte Bündel noch mit quergestreiften Fasern vermischt sind, bis zum *Sphincter ani internus*, zweitens die **Muskellage der Schleimhaut**, von der Speiseröhre an bis zum *Anus*, und drittens einzelne **Muskelbündel** in den **Zotten**.

2) In den **Respirationsorganen** erscheint eine glatte Muskellage in der Trachea an der hintern Wand und begleitet als vollständige Ringfaserhaut die Bronchien bis zu den feinsten Aestchen.

3) Bei den **Speicheldrüsen** findet sich dieses Gewebe einzig und allein im *Ductus Whartonianus* und auch hier nur spärlich und in unvollkommener Lage.

Fig. 42.

4) Die **Leber** hat eine vollständige Muskellage in der Gallenblase und spärliche glatte Muskeln auch im *Ductus choledochus*.

5) Die **Milz** besitzt bei vielen Thieren in der Hülle und in den Trabekeln, gemischt mit Bindegewebe und elastischen Fasern, die hier besprochene Muskelart.

Fig. 42. Musculöse Faserzelle aus dem Dünndarm des Menschen.

Fig. 43. Musculöse Faserzelle aus der fibrösen Hülle der Milz des Hundes, 350mal vergrössert.

6) In den **Harnwerkzeugen** treten die glatten Muskeln in den Nierenkelchen und im Nierenbecken auf, bilden in den Ureteren und der Harnblase eine vollständige Muskelschicht, finden sich dagegen nur noch spärlich in der Urethra.

7) Die **weiblichen Geschlechtsorgane** haben glatte Muskeln in den Eileitern, dem Uterus, wo ihre Elemente bei der Schwangerschaft ungemein sich entwickeln und bis 500 μ Länge erreichen, der Scheide, den cavernösen Körpern der äussern Genitalien und in den breiten Mutterbändern an verschiedenen Orten.

8) In den **männlichen Sexualorganen** finden sich dieselben in der *Tunica dartos*, zwischen der *Vaginalis communis* und *propria*, im Nebenboden, *Vas deferens*, den Samenbläschen, der *Prostata*, um die *Cowper*'schen Drüsen herum und in den *Corpora cavernosa* des Penis.

9) Im **Gefässsysteme** zeigen sich glatte Muskeln in der *Tunica media* aller, vor Allem der kleineren Arterien, dann der meisten Venen, der Lymphgefässe mit Ausnahme der feinsten, ferner in den Lymphdrüsen (*Heyfelder, His, Frey*), endlich in der *Adventitia* mancher Venen. Die Elemente sind bei Gefässen von mittlerem Kaliber überall spindelförmige Faserzellen, bei den grössern Arterien dagegen kürzere Plättchen, die oft gewissen Formen des Pflasterepithels ähnlich werden, und an den kleinsten Arterien mehr länglichrunde, selbst rundliche Zellen, welche beide Formen als mehr unentwickelte zu betrachten sind.

10) Im **Auge** bilden glatte Muskeln den *Sphincter* und *Dilatator pupillae* und den *Tensor chorioideae*, in der Nähe des Auges den *Musculus orbitalis* und die *M. palpebrales* von *H. Müller*.

11) In der **Haut** endlich zeigt sich dieses Gewebe ausser in der *T. dartos*, in der Form kleiner Muskelchen an den Haarbälgen, im Warzenhofe und in der Brustwarze und an vielen Schweiss- und den Ohrenschmalzdrüsen.

Man hielt die Elemente der glatten Muskeln früher allgemein für lange, viele Kerne haltende Bänder und liess sie, wie die quergestreiften Fasern, durch Verschmelzung vieler an einander gereihten Zellen entstehen. Im Jahr 1847 zeigte ich, dass dem nicht so ist, dass vielmehr die Elemente dieser Muskeln nur einfache, umgewandelte Zellen sind und wies zugleich nach, dass diese contractilen Faserzellen überall vorkommen, wo man bisher zusammenziehungsfähiges Bindegewebe angenommen hatte, und auch sonst noch an manchen Orten sich finden, wo man sie nicht vermuthete. Diese meine Angaben sind schon seit langem allgemein bestätigt, wozu *Reichert* und *Moleschott* durch Auffindung von Reagentien (der Salpeter- und Salzsäure von 20% und des *Kali causticum* von 35%) die auch dem minder Geübten die contractilen Faserzellen leicht zu isoliren erlauben, das ihrige beigetragen haben. — Contractile Faserzellen kommen bei allen vier Wirbelthierclassen vor und sind auch bei Wirbellosen häufig. — Ihr Vorkommen bei den Wirbelthieren ist zum Theil eigenthümlich und will ich hier noch folgende Orte namhaft machen, wo sie sich finden: In der **Haut der Säuger** an den Haarbälgen und Stacheln, so beim Orang (*ich*), beim Igel und Stachelschweine (*Leydig*), bei der Katze, Ratte, dem Kaninchen (*H. Müller*), bei den meisten Säugern (*Seuffert*); ferner in der **Haut der Vögel** als Muskelchen der Contourfedern hier mit Sehnen aus elastischem Gewebe; in der **Iris** der Fische, in der *Campanula Halleri* der Knochenfische (*Leydig*), im **Trommelfell** des Frosches (*Leydig*), in der **Schwimmblase** der Fische, in den **Lungen** des Frosches (*ich*), des Salamanders (*Leydig*), bei *Triton* (*H. Müller*) bei *Menobranchus lateralis* (*Eberth*), im **Gekröse** der Plagiostomen, von *Gobius niger*, von *Psammosaurus, Salamandra, Siredon, Lacerta agilis, Testudo graeca* (nicht bei *Rana temporaria, Ceratophrys dorsata, Bufo variabilis* und *Proteus*) und *Lepostérnon* (*Leydig* und *Brücke*), in den **Schläuchen der Cloakendrüse** des Salamanders (*Leydig*), in den Hautdrüsen der Frösche z. Th. (*Hensche*), in der Rückenhaut von *Pipa dorsigera* (*Leydig*), im *Ductus pancreaticus* des Rindes (*Tobien*), der Katze und des Karpfen (*Eberth*), an den **Gallengängen** in der **Leber** bei Fischen (*Eberth*), in der **Hülle** und den **Septis** des **Hodens** von Tauben, Enten, Eidechsen, Schildkröten (*Eberth*), in den **Mastdarmruthenmuskeln** der Säuger, im **Amnion** und der

Allantois der Hühnerembryonen (*Remak, ich, Vulpian*), in der Fleischtroddel des Puters (*Leydig*), im Herzen der nackten Amphibien und Fische (*Weismann*, *Gastaldi*), nicht in den lymphherzen des Frosches (*ich*). Im Herzen, wo die Elemente schön quergestreift sind, und im Muskelmagen der Vögel sind diese Muskeln lebhaft roth und am letzteren Orte auch mit Sehnenhäuten in Verbindung. — Von den Wirbellosen haben alle mit Ausnahme der *Arthropoden*, wie zahlreiche Beobachtungen von *Agassiz*, *Gegenbaur*, *Leuckart*, *H. Müller*, *mir* und *Weismann* gelehrt haben, nur einkernige Muskelzellen. Dieselben bilden mithin hier auch die willkürlichen Muskeln und unterscheidet man an ihnen nicht selten ein *Sarcolemma* (die Zellmembran), einen längsstreifigen Inhalt und viele interstitielle Körnchen (siehe unten) sowie mehr weniger deutliche Querstreifung. Auch Verästelungen sind an denselben beobachtet und Anastomosen der Zellen häufig. Ueber die merkwürdigen Muskelelemente der *Nematoden* vergleiche man die Arbeiten von *A. Schneider*, *Weismann* und *Eberth*.

Literatur. *Kölliker*, Ueber den Bau und die Verbreitung der glatten Muskeln, in Mittheil. d. naturf. Gesellschaft in Zürich 1847. p. 18; Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. I. 1849. und Würzb. Verh. Bd. VIII. p. 109; *C. R. Walther*, *Nonnulla de musculis laevibus*, *Diss. Lips.* 1851; *Ch. Rouget*, *Recherches sur les éléments des tissus contractiles* in *Gaz. méd.* 1857, *No.* 1; *G. Meissner* in Zeitschr. f. rat. Med. II. 1858. p. 316; *A. Schneider*, Ueber die Muskeln und Nerven der Nematoden in *Müll.* Arch. 1860. S. 224. 1864. p. 590; *Moleschott* in seinen Untersuchungen Bd. VI. p. 380; *Derselbe* und *G. Piso-Borme* Ebend. Bd. IX. p. 1; *R. Heidenhain* in Studien d. phys. Instit. zu Breslau. 1861; *A. Weismann* in Zeitschr. f. rat. Med. Bd 15, 1862. und Bd. 23; *G. - Wagener* in *Müll.* Arch. 1863. p. 211.

§. 30.

Gewebe der Muskelfasern oder quergestreiften Muskeln. Die Elemente dieses Gewebes bestehen wesentlich aus den sog. Muskelfasern oder Muskelprimitivbündeln, langgestreckten Spindeln oder Walzen von höchstens 2, 7—4 Cm. Länge und 9—60 μ Breite, von denen jede ein von einer gleichartigen, zarten, elastischen Hülle, dem Sarcolemma oder Myolemma, umschlossenes Bündel feiner Fibrillen darstellt. Diese letztern sind meist regelmässig der Länge nach abgetheilt, so dass sie wie aus vielen hintereinander liegenden Stückchen zu bestehen scheinen und ein quergestreiftes Ansehen der Muskelfasern bedingen, oder dieselben erscheinen mehr glatt und dann sind auch die Primitivbündel nur der Länge nach gestreift. Ausser diesen Fibrillen enthalten die Muskelfasern eine besondere gleichartige vielleicht flüssige Zwischensubstanz, welche theils die einzelnen Fibrillen verkittet, theils mit etwas stärkeren Ansammlungen kleine Bündel derselben, die von mir sogenannten Muskelfascikel, umgibt, deren Querschnitte die von *Cohnheim* zuerst genau beschriebenen polygonalen Felder darstellen. In dieser Zwischensubstanz sind zahlreiche blasse, reihenweise zwischen den Fibrillen liegende Körperchen, die von *mir* sogenannten interstitiellen Körner eingelagert und ferner eine bedeutende Zahl rundlicher oder verlängerter Zellenkerne, die beim Menschen mit Ausnahme der Elemente des Herzfleisches an der Innenfläche des Sarcolemma anliegen. — Die Vereinigung der Muskelfasern, die nur im Herzen der höhern Wirbelthiere netzförmig verbunden sind, zu den Muskeln und Muskelhäuten kommt so zu Stande, dass dieselben der Länge nach neben und hintereinander sich legen, wobei sie von zartern oder festern Hüllen von Bindegewebe, dem sogen. *Perimysium*, dem immer feinere elastische Fasern und häufig auch Fettzellen beigemengt sind, umschlossen und von zahlreichen Blutgefässen und Nerven umsponnen werden.

In chemischer Beziehung besteht die Hauptmasse der quergestreiften Muskelfasern, d. h. die Fibrillen, aus einem festen Eiweisskörper von geringer Consistenz, neben dem, wie *Kühne's* Untersuchungen lehren, auch ein flüssiger Eiweisskörper

rkömmt, dessen Sitz wohl vorzüglich die Zwischensubstanz ist. Das Sarcolemma stet Alkalien und Säuren grossen Widerstand, während die Kerne die gewöhnlichen genthümlichkeiten dieser Gebilde rbieten. Aus den Muskeln lässt h eine neutrale Flüssigkeit aus-essen, in welcher *Liebig* und *herer* eine wichtige Reihe ckstoffloser und stickstoffhaltiger rsetzungsstoffe des Muskelgewe-s aufgefunden haben.

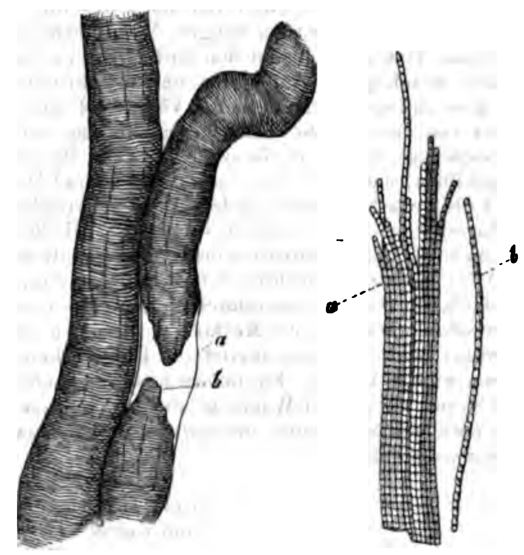


Fig. 44. Fig. 45.

Die quergestreiften Muskel-ern sind in hohem Grade zu-mmenziehungsfähig und rmögen bei ihrer Länge sehr be-utende Wirkungen zu vermitteln. eselben entstehen durch einfache rlängerung runder Zellen, die gewissen Orten (Herz) auch t einander verschmelzen, deren ıalt zu einer gleichartigen halb-ichen Masse sich umwandelt und nn in Fibrillen zerfällt. — Ein-ıl angelegt wachsen die Muskeln ils durch Verlängerung und rdickung ihrer Elemente unter tgesetzter lebhafter Vermehrung der ursprünglichen Zellenkerne, theils, wie es ıeint, auch durch Bildung neuer Fasern durch Theilung von den vorhandenen aus t und besitzen im fertigen Zustande einen sehr lebhaften Stoffwechsel, der nament-h auch durch die mannichfachen berührten Zersetzungsstoffe derselben sich kund ıt, sowie durch den Umstand, dass durch Aufhebung der Blutzufuhr ihre Leistungs-ıigkeit in kurzer Zeit erlischt. Muskelwunden heilen nie durch quergestreifte Mus-lsubstanz, dagegen findet sich, wenn auch sehr selten, eine zufällige Bildung dieses webes.

Quergestreiftes Muskelgewebe finden sich in folgenden Theilen:

1) In den Muskeln des Stammes und der Extremitäten, in den ıssern Muskeln des Auges und in allen Ohrmuskeln.

2) In den Muskeln mancher Eingeweide, als da sind: der Kehlkopf, arynx, die Zunge und Speiseröhre (obere Hälfte), das Mastdarmende (*Sphincter ernus*, *Levator ani*), die Genitalien (*Bulbo- Ichiocavernosus*, *Transversi perinaei*, *emaster*, Muskelfasern der runden Mutterbänder zum Theil).

3) In gewissen Teilen des Gefässsystems und zwar im Herzen (auch gewissen *Chordae tendineae* nach *Oehl*) und in den grossen Venen.

Elemente von der Bedeutung der vielkernigen Muskelzellen oder der Muskelfasern ıd weit verbreitet, doch zeigen dieselben selbst in den willkürlichen Muskeln der Wir-lthiere nicht überall den vom Menschen her bekannten Bau, wie namentlich gewisse ıskeln von *Petromyzon*, die der Seitenlinie von Knochenfischen und am Spritzloche von ıgiostomen, in welcher Beziehung die Arbeiten von *Stannius* (Götting. Nachr. 1857.

Fig. 44. Zwei Muskelfasern des Menschen, 350mal vergr. In der einen ist das Fibril-bündel *b* gerissen und das Sarcolemma *a* als leere Röhre zu sehen.

Fig. 45. Primitivfibrillen aus einem Primitivbündel des Axolotl (*Siredon pisciformis*). Ein kleines Bündel von solchen. *b*. Eine vereinzelte Fibrille, 600mal vergr.

18) und *Leydig* zu vergleichen sind. Ausser an den bekannten Orten finden sich hier solche Muskeln in der Speiseröhre einiger Säuger und der Plagiostomen, im Darm der *Tinca chrysitis*, im Magen von *Cobitis fossilis*, um die Giftdrüse der Schlangen, um die Moschusdrüsen der Schildkröten und Crocodile (*Peters*) und im Gaumenorgane des Karpfens, in der Haut der Säuger, Vögel, Schlangen und ungeschwänzten Batrachier (sogenannte Hautmuskeln, an den Spürhaaren der Säuger, in den Lymphherzen der Vögel, beschuppten Amphibien und des Frosches (ich), in der Atrioventricularklappe des rechten Herzens der Vögel und von *Ornithorhynchus*, an der untern Hohlvene von *Phoca*, dicht über dem Diaphragma, an den pulsirenden Venen der Flughaut der Chiropteren (*Wharton Jones*, *Leydig*), im innern Auge der Vögel und beschuppten Amphibien, um die *Cowper*'schen und Analdrüsen der Säuger. Bei manchen Fischen sind die Zwischenkörner regelrecht durch Fettkörner vertreten, die in einigen Fällen ungemein zahlreich und gross sind. — Bei den Wirbellosen gehören in diese Abtheilung alle Muskeln der Arthropoden und finden sich dieselben daher auch am Darme, dem Herzen und den Genitalien, doch ist hervorzuheben, dass nach *Weismann's* Untersuchungen die Muskeln gewisser Insecten durch Verschmelzung vieler Zellen entstehen. Von den übrigen Wirbellosen scheinen die Muskeln der meisten zu den einkernigen zu zählen, doch wird hierüber erst nach ausgebreiteteren Untersuchungen eine bestimmte Entscheidung abgegeben werden können. Für einmal lassen sich nur noch die quergestreiften Leibesmuskeln der Salpen mit einiger Wahrscheinlichkeit in diese Abtheilung bringen, doch scheinen auch bei einzelnen Nematoden (bei *Spiroptera obtusa* nach *A. Schneider*) vielkernige Muskelzellen vorzukommen.


Fig. 46.

Die netzförmige Vereinigung der Muskelprimitivbündel, die schon *Leeuwenhoek* kannte und welche *ich* wieder aufgefunden, scheint für das Herz der höheren Wirbelthiere Regel zu sein. Bei Wirbellosen sind solche Geflechte namentlich an den Vegetations- und Generationsorganen häufig (*Hessling*, *Leydig*, *Gegenbaur*, *Leuckart*, *ich*), nur dass hier statt ausgebildeter Fasern oft Netze sternförmiger Zellen sich finden, in welcher Beziehung jedoch ebenfalls neue Beobachtungen nöthig werden, da *Weismann* ebenso wie für das Herz der Fische und nackten Amphibien, so auch für dasjenige gewisser Mollusken nachgewiesen hat, dass die Balken des Netzwerkes Bündel einkerniger Zellen sind. Einfache stärkere oder schwächere z. Th. sehr schöne baumförmige Verästelungen von Muskelfasern, die *Corti* und *ich* in der Zunge des Frosches sahen, sind dagegen seltener, doch hat man dieselben nun schon an vielen Orten gesehen, wie bei *Artemia salina*, in der Kopf- und Fussscheibe von *Piscicola* (*Leydig*), im Schwanze von Froschlarven (Mikr. Anat. II. 1. Fig. 65), in der Zunge von Säugern (*Salter*, *Biesiadecki* und *Herzig*), in der Stammmusculatur des Pferdes (*Biesiadecki* und *Herzig*), in der Lippe der Ratte (*Huxley*), in der Schnauze der Schweine und Hunde (*Leydig*), bei *Lemanthropus Kroyeri* (*Claus*). Muskelfasern mit ausgezeichneten Verästelungen an beiden Enden sah *ich* an den Spinngefässen der Raupe von *Sericaria salicis*, wo einzelne solche Fasern Windungen des Drüsencanales untereinander verbanden (Würzb. Verh. Bd. VIII. p. 234), ebenso *Biesiadecki* und *Herzig* in der Zunge des Frosches (Fig. 46.), welche letztern offenbar innern Zungenmuskeln, die meines Wissens bisher noch unbekannt waren, angehören.

Literatur. *W. Bowman*, *Article muscle and muscular motion* in *Todd's Cyclop. of Anatomy* und *On the minute structure of voluntary muscle*, in *Phil. Trans.* 1840. *II.* 1841. *I.*;

Fig. 46. Eine an beiden Enden verästelte Muskelfaser aus der Zunge des Frosches. Ger. Vergr.

J. Holst, De structura musculorum in genere et annulatorum musculis in specie. Dorp. 1846; *Leydig* in *Müll.* Arch. 1856; *Kölliker* in Zeitschr. f. w. Zool. VIII.; *Rollett* in Wiener Sitzungsber. 1857. p. 291; *E. Häckel* in *Müll.* Arch. 1857. p. 486; *E. Brücke*, Ueber den Bau der Muskelfasern in Sitzungsber. d. Wien. Akad. 1857. Juli; und Denkschriften Bd. XV.; *Böttcher* im Arch. f. path. Anat. Bd. XIII. p. 227 u. 402; *A. Herzig* in Wien. Sitzungsber. Bd. XXX. p. 73; *A. Herzig* und *A. v. Biesiadecki*, ibidem Bd. XXXIII. p. 146; *C. J. B. Amici* in *Virch.* Arch. XVI. p. 414; *T. Margo*, Neue Unters. üb. d. Entwicklung, d. Wachsthum, d. Neubildung u. d. feinern Bau der Muskelfasern. Wien 1859; *A. Weismann*, Ueber die Musculatur des Herzens in *Müll.* Arch. 1861. S. 41; *T. Margo*, Ueber die Muskelfasern der Mollusken. Wien 1860; *O. Deiters* in *Müll.* Arch. 1861. p. 393; *v. Wittich* in Königsberg. medic. Jahrb. Bd. III. 1861. S. 46; *S. Martyn* in *Beale's* Arch. 1862. p. 227; *Gastaldi* in Würzb. naturw. Zeitschr. Bd. III. p. 6; *Aeby* in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XIV. p. 182, Bd. XVII. p. 195; *Rouget* in *Journ. de la phys.* 1862. p. 247; *W. Krause* in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XVIII u. XX.; *Cohnheim* in *Virch.* Arch. Bd. XXXIV. p. 606; *Schönn*, Anat. Unters. im Ber. d. Muskel- und Nervengewebe. 1864; *Kölliker* in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XVI.

IV. Nervengewebe.

§. 31.

Die wesentlichen Elemente des Nervengewebes sind zweierlei, Nervenröhren und Nervenzellen. Die Nervenröhren oder Nervenprimitivfasern, auch Primitivröhren genannt, sind entweder **markhaltige** oder **marklose**. Die erstern bestehen aus drei Theilen, einer **zarten** gleichartigen Kerne führenden Hülle, der Scheide der Primitivröhren, einer in der Mitte gelegenen weichen aber elastischen Faser, der mittleren oder Axenfaser (Axencylinder *Purkyně*, Primitivband *Remak*) und einer zwischen beiden befindlichen zähflüssigen weissen Schicht, der Markscheide. In den marklosen Fasern, die beim Menschen nur in den Endausbreitungen (höhere Sinnesorgane, Gefühlskörperchen, Muskeln, Schleimhäute, *Cornea* u. s. w.) und im *Sympathicus* sich finden, umschliesst die nicht überall nachweisbare Hülle nichts als einen gleichartigen oder feinkörnigen hellen Inhalt, welcher mit der mittleren Faser der anderen Röhren übereinzukommen scheint, auf jeden Fall derselben gleichwerthig ist, so dass mithin diesen Fasern die Markschicht fehlen würde. — Die Nervenfasern beider Arten finden sich in sehr verschiedenen Durchmessern und können hiernach als feine von 1—4 μ, mitteldicke von 4—9 μ und dicke von 9—20 μ unterschieden werden (Fig. 47). Ihr Verlauf ist entweder so, dass eine Faser für sich von ihrer Ausgangsstelle bis zum Ende verläuft oder es theilen sich dieselben, vorzüglich in ihrer Endausbreitung, in eine grössere oder kleinere Zahl von Aesten, oder endlich bilden dieselben, jedoch, soviel man weiss, nur an ihren Enden, wirkliche Verbindungen und Netze. Ausser dieser Endi-

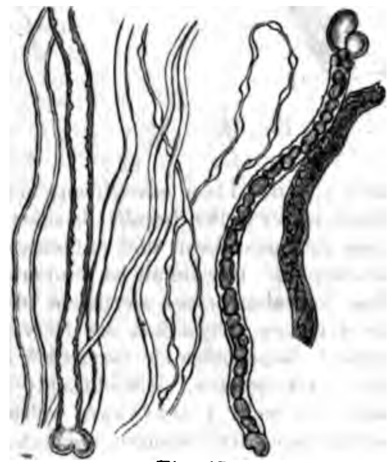


Fig. 47.

Fig. 47. Nervenröhren des Menschen, 350mal vergr., und zwar vier feine, davon zwei varicös, eine mitteldicke, einfach contourirte und vier dicke, davon zwei doppelt contourirt und zwei mit krümlichem Inhalt.

gungsweise finden sich dann noch solche mit freien Ausläufern, die in den einzelnen Organen mannichfache Abweichungen darbieten, unter denen diejenigen die bemerkenswerthesten sind, bei welchen das Ende von einer mehr weniger umgewandelten Zelle gebildet wird (*Retina*, Gehörorgan, Geruchsorgan, wirbellose Thiere). — Alle Nervenfasern stehen mit Nervenzellen in Verbindung, so dass sie entweder von denselben entspringen oder in ihrem Verlaufe durch eingeschobene Ganglienzellen unterbrochen werden. Diese Nervenzellen oder, wie sie in den Ganglien heissen,

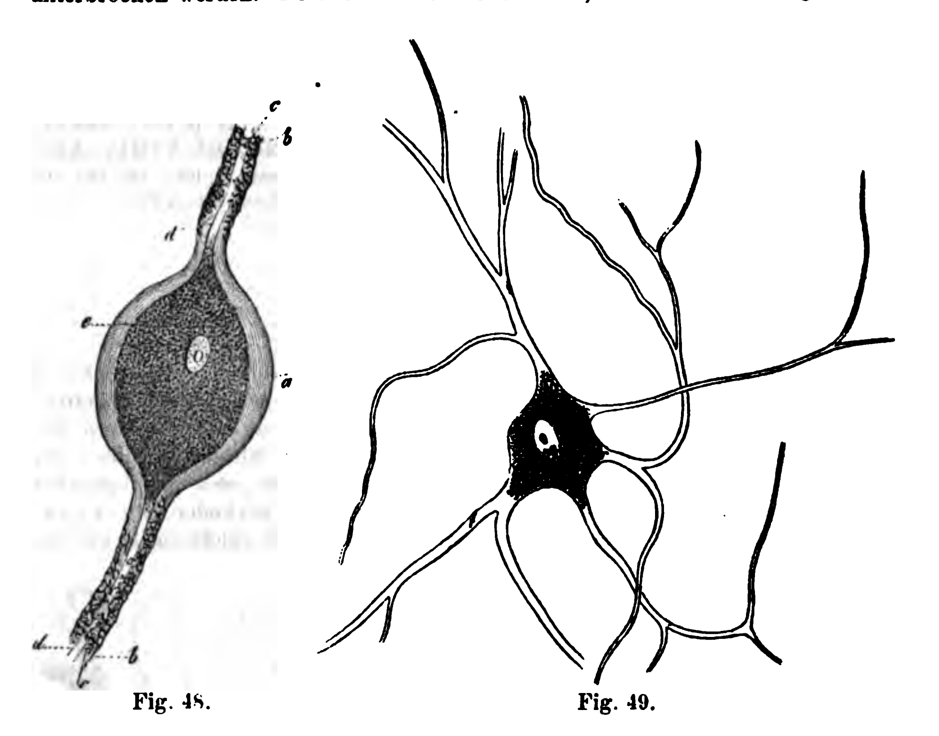


Fig. 48. Fig. 49.

Ganglienzellen oder Ganglienkugeln, sind mit den gewöhnlichen Eigenschaften der Zellen begabt, besitzen jedoch in den grossen Centralorganen bestimmt keine Zellenmembran und entbehren einer solchen auch in den Ganglien bei vielen Geschöpfen. Der Inhalt ist feinkörnig, festweich, sehr häufig gefärbt und umschliesst ohne Ausnahme einen zierlichen bläschenförmigen Kern mit grossem *Nucleolus*. In der Grösse schwanken die Nervenzellen von 12—90 μ, und was ihre Formen anlangt, so zerfallen sie vorzüglich in rundliche, birnförmige, spindel- und sternförmige. Die meisten, vielleicht alle Nervenzellen entsenden einen, zwei, drei bis acht und noch mehr Fortsätze, welche in den einen Fällen nach kurzem Verlaufe in markhaltige Nervenröhren übergehen, in den andern eine grössere Selbständigkeit beurkunden, indem sie, im Ansehen marklosen Nerven ganz gleich, oft auf weite Strecken verlaufen und hierbei mannichfaltig sich verästeln. Wie diese letztern Fort-

Fig. 48. Ganglienkugel vom Hecht (sogenannte *bipolare*), die an zwei Enden in dunkelrandige Nervenröhren ausläuft, mit arseniger Säure behandelt, 350mal vergr. *a*. Hülle der Kugel. *b*. Nervenscheide. *c*. Nervenmark. *d*. Axenfasern mit dem von der Hülle zurückgezogenen Inhalt *e* der Ganglienkugel zusammenhängend.

Fig. 49. Nervenzellen der *Substantia ferruginea* am Boden der Rautengrube, vom Menschen, 350mal vergr.

sätze schliesslich enden, ob frei oder im Zusammenhange mit Nervenröhren oder durch Verbindung mit ähnlichen Fortsätzen, ist noch nicht ausgemacht. Ueber den Bau der Nervenzellen und Nervenfasern haben in neuerer Zeit verschiedene Autoren eigenthümliche Ansichten geäussert, die beim Nervensysteme besprochen werden sollen.

Nervenfasern und Nervenzellen vereinen sich zu zwei, in ihren Endgestalten sehr verschieden gebauten Geweben, dem grauen und weissen Nervengewebe (*Substantia alba et grisea*). Die erstere bildet das sogen. weisse Mark oder die Markmasse vom Rückenmark und Gehirn und die Nerven, und besteht wesentlich aus bündelweise zusammengefassten oder sich durchflechtenden Nervenröhren, einem Stroma einfacher Bindesubstanz und Blutgefässen, zu welchen Theilen bei den Nerven noch besondere Hüllen von homogener Bindesubstanz und fibrillärem Bindegewebe dazukommen, welche das sogen. Neurilem darstellen. Das graue Nervengewebe besteht aus Nervenzellen und Nervenfasern in wechselnder Menge und enthält ausserdem überall verschiedene Formen einfacher Bindesubstanz als Träger der nervösen Elemente oft in grosser Menge. Nervenfasern finden sich in bedeutender Menge in der Mehrzahl der Ganglien, in der grauen Substanz des Rückenmarks und in den sogen. Ganglien des grossen Gehirns, wogegen in der grauen Rinde des grossen und kleinen Hirnes diese Nervensubstanz stellenweise fast ohne Nervenfasern auftritt. Auch dieses Gewebe führt, und zwar noch viel zahlreichere Gefässe, als das weisse, und in den Ganglien, so wie auch im Gehirn und Mark, auch verschiedene Formen von Bindegewebe als Umhüllung seiner einzelnen Theile.

Die chemische Zusammensetzung der Nervensubstanzen ist noch bei weitem nicht genau genug erforscht. In der weissen Substanz bestehen die Axencylinder der Nervenröhren aus einem dem Muskelfibrin sehr ähnlichen Eiweisskörper, die Markscheide vorzüglich aus Fetten verschiedener Art, und die Hülle aus einer ähnlichen Substanz wie das Sarcolemma. Die graue Substanz enthält vorwiegend eiweissartige Körper, ausserdem noch stickstoffhaltige Säuren, Cholestearin, Fette und stickstoffhaltige Zersetzungsstoffe.

Die physiologische Bedeutung des Nervengewebes liegt darin, dass dasselbe einmal die Bewegungen und Empfindungen vermittelt, zweitens auch einen gewissen Einfluss auf die vegetativen Verrichtungen ausübt und drittens den Seelenthätigkeiten als Vermittler dient, bei welchen Verrichtungen allen, nach den bis jetzt ermittelten Thatsachen, das graue Nervengewebe die bedeutungsvollere Rolle spielt, das weisse mehr nur als leitendes Bindeglied zwischen ihm und den Organen dient. — Die Nervenzellen entwickeln sich aus gewöhnlichen Bildungszellen von Embryonen, während die Nervenröhren als Ausläufer von Nervenzellen sich bilden unter Mitwirkung von besonderen zelligen Elementen, welche zur Scheide der Fasern verschmelzen, innerhalb welcher dann in noch unbekannter Weise das Nervenmark entsteht. Der Stoffwechsel im Nervengewebe muss namentlich in der grauen Substanz sehr lebhaft sein, wie das viele Blut, das derselben zuströmt, deutlich beweist, doch sind die Zersetzungsproducte dieses Gewebes noch wenig bekannt. Die weisse Nervensubstanz erzeugt sich in den Nerven ziemlich leicht wieder, schwieriger im Rückenmark. Zufällige Bildung von Nervenröhren ist in pathologischen Neubildungen beobachtet, ja es scheint selbst im Gehirne (*Virchow*) und im Eierstocke krankhafter Weise eine Bildung grauer Substanz vorkommen zu können.

Die aus der Nervensubstanz zusammengesetzten Organe sind: Die Nervenstränge und Nervenhäute (*Retina*, elektrische Organe der Fische), die Ganglien, das Rückenmark und das Gehirn.

Markhaltige Nervenröhren finden sich bei den meisten Wirbelthieren mit Ausnahme von Petromyzon (*Stannius*) und den Leptocephaliden (*ich*). Immer kommen neben denselben noch marklose Röhren vor, und zwar meist an denselben Orten wie beim Menschen, ausserdem auch noch an andern, wie in der Haut der Säuger und im elektrischen Organe

[illegible] Die Nerven der W[illegible] [illegible] ganz an den der [illegible] [illegible] Vorkommen grosserer [illegible] [illegible] doch finden sich bei [illegible] [illegible] Geschöpfe erinnern [illegible]

Literatur. *G. Valentin*, Ueber den Verlauf [illegible] *Nova Acta* [illegible] *Vol. XVIII.* [illegible] 1838. *A. H*[illegible] 1844. *R. W*[illegible], Neue Unters. über [illegible] Nerven und die Structur der Ganglien. Leipzig [illegible] *Bidder* und *R*[illegible] Zur Lehre [illegible] den Nervenfasern. Leipzig 1847. [illegible] *K*[illegible], Neurologische Bemerkungen [illegible] Ueber den Bau der Nervenprimitivfaser und der [illegible] *syst. nerveux chez* [illegible] in *Quart. Journal of microsc. science* [illegible] Kenntniss der morphologischen Elemente des [illegible] *of nerve fibres*, in *Quart. Journ.* [illegible] *Obs. on the struct. of nerve* [illegible] *XII. p.* 241, ferner in *Quart. Journ.* [illegible] *upon the struct. of the nervous* [illegible] rat. Med. Bd. XX. p. 49. [illegible] Mikr. Studien ü. d. Centralnerven[illegible] in *Müll.* Arch. 1863. p. 234 [illegible] Juni 1865, ferner in *Journ. de l'Anatomie* [illegible] Bd. [illegible] p. 129. Bd. 33 p. 168. [illegible] *V. Hensen* in *Virch.* Arch. Bd. [illegible] man das Handb. d. vgl. Anat. von [illegible]

Specielle Gewebelehre.

Von der äussern Haut.

I. Von der Haut im engern Sinne.

A. Lederhaut.

§. 32.

Die äussere Haut, *Integumentum commune* (Fig. 50), besteht wesentlich aus einer innern, gefäss- und nervenreichen, in ihrer Hauptmasse aus Bindegewebe gebildeten Lage, der Lederhaut, *Cutis*, *Derma* (Fig. 50. *c*, *d*), und einer äussern, einzig und allein aus Zellen zusammengesetzten Schicht, der Oberhaut, *Epidermis* (Fig. 50. *a*, *b*), und enthält ausserdem noch viele besondere drüsige und hornige Organe.

Die Lederhaut, *Cutis*, *Derma*, zerfällt ihrerseits wieder in zwei Schichten, in das Unterhautbindegewebe, *Stratum subcutaneum* (Fig. 50. *d*), und in die eigentliche Lederhaut, *Corium* (Fig. 50. *c*), von denen die letztere durch ihren Gefäss- und Nervenreichthum den wichtigsten Theil der äussern Haut ausmacht.

§. 33.

Das Unterhautbindegewebe, *Stratum subcutaneum*,

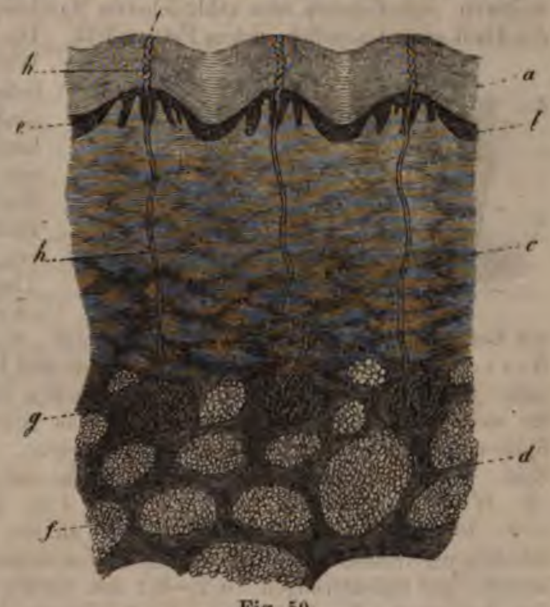


Fig. 50.

Fig. 50. Senkrechter Schnitt durch die gesammte Haut der Daumenbeere, quer durch drei Cutisleistchen; Vergrösserung 20. *a*. Hornschicht der Oberhaut, *b*. Schleimschicht derselben, *c*. *Corium*, *d*. *Panniculus adiposus* (oberer Theil), *e*. Papillen der Lederhaut, *f*. Fetttäubchen, *g*. Schweissdrüsen, *h*. Schweisscanäle, *i*. Schweissporen.

ist eine mässige feste, besonders aus Bindegewebe gebildete Haut, welche an den meisten Stellen des Körpers in besondern Maschenräumen eine beträchtliche Menge von Fettzellen (Fig. 50. *f*) einschliesst und die 2—14 mm dicke Fetthaut, *Panniculus adiposus*, darstellt, an einigen Orten dagegen, wie z. B. am Ohre, den Augenlidern, dem Hodensacke, dem Penis und den Nymphen fettarm oder selbst ganz fettlos sich zeigt und meistens 1—1,5 mm misst. Die innerste Lage des Unterhautbindegewebes, die am Rumpfe und Oberschenkel eine mässig feste, fettlose Binde, die *Fascia superficialis*, darstellt, liegt verschiedenen Theilen, wie Muskelfascien, Knochen- und Knorpelhäuten, Muskeln und tiefen Fettanhäufungen auf und verbindet sich bald lockerer, bald wo sehnige Streifen, Aponeurosen oder Muskeln in die Haut gehen, fester mit denselben, wie besonders im Gesichte, an der *Glans penis*, unter den Nägeln, an der Handfläche und Sohle. Die äussere Fläche des Unterhautzellgewebes haftet meist fest an der Lederhaut, namentlich wo Haarbälge in dieselbe sich einsenken, wie am Kopfe, dagegen lässt sich eine mächtigere Fetthaut ziemlich leicht von der Cutis trennen.

§. 34.

Die eigentliche Lederhaut, *Corium*, ist eine derbe, wenig elastische, ebenfalls vorzüglich aus Bindegewebe gebildete Haut, die an den dickeren Stellen zwei, jedoch nicht scharf geschiedene Lagen zeigt, die man als *Pars reticularis* und *papillaris* bezeichnen kann. Die *Pars reticularis corii* bildet die innere Lage der Lederhaut und stellt eine weisse, netzförmig durchbrochene, in ihren tiefsten Lagen manchmal deutlich geschichtete Haut dar, die in besonderen engeren oder weiteren, spärlicheren oder zahlreicheren Maschenräumen die Haarbälge und Drüsen der Haut sammt ziemlich vielem Fett enthält. Die *Pars papillaris corii*, die Wärzchenschicht, ist der grauröthliche äussere, an die Oberhaut stossende Theil der eigentlichen Lederhaut (s. Fig. 50), der in seinem dichten, festen Gewebe den obern Theil der Haarbälge und Hautdrüsen und die Endausbreitung der Gefässe und Nerven der Haut enthält. Die wichtigsten Theile derselben sind die Hautwärzchen, *Papillae corii* (Fig. 51), welche mit Bezug auf den innern Bau in zwei Arten, die Gefässwärzchen und die Nervenwärzchen, zerfallen. Dieselben sind kleine, halbdurchscheinende, biegsame, jedoch ziemlich fest gebaute Erhabenheiten der äusseren Fläche der Lederhaut, die meist kegel- oder warzenförmig sind, an gewissen Orten aber auch in mehrere Spitzen auslaufen (zusammengesetzte Wärzchen). Mit Bezug auf die Stellung und Zahl, so sind die Papillen an der Handfläche und der Fusssohle ungemein zahlreich (*E. H. Weber* rechnet auf 1 □''' der *Vola manus* 81 zusammengesetzte oder 150—200 kleinere Papillen; *Meissner* an der Volarfläche der Finger 400) und ziemlich regelmässig in zwei Hauptreihen, von denen jede 2—5 Papillen in der Quere besitzt, auf linienförmigen, 0,2—0,7 mm breiten, 0,1 mm hohen Erhabenheiten, den Leisten oder Riffen der Lederhaut, gelagert (Fig. 52), deren Verlauf, da er auch äusserlich an der Oberhaut sichtbar ist, keiner weiteren Beschreibung

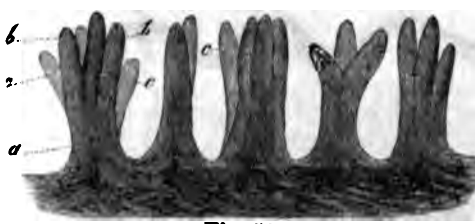


Fig. 51.

Fig. 51. Zusammengesetzte Papillen der Handfläche mit 2, 3 und 4 Zacken, 60mal vergr.; *a*. Basis einer Papille; *bb*. die einzelnen Ausläufer derselben; *cc*. Ausläufer von Papillen, deren Basis nicht sichtbar ist.

bedarf. Anderwärts stehen die Papillen mehr regellos, entweder sehr dicht, wie an den *Labia minora*, der *Clitoris*, dem *Penis*, der Brustwarze, oder etwas zerstreuter, wie an den Gliedern, mit Ausnahme der genannten Stellen, an *Scrotum*, Hals, Brust, Bauch und Rücken.

Die Grösse der Papillen variirt ziemlich bedeutend und beträgt im Mittel 55—100 μ. Die längsten von 110—225 μ finden sich an der Handfläche und Fusssohle, der Brustwarze, dem Nagelbette und den kleinen Schamlippen. Die kürzesten von 35—55 μ finden sich im Gesicht, namentlich an Augenlidern, Stirn, Nase, Wangen und Kinn, wo sie selbst gänzlich fehlen oder durch ein Netzwerk niedriger Leistchen ersetzt werden können, ferner an der weiblichen Brust (28—37 μ), am *Scrotum* und der Basis des *Penis* (35—55 μ). Die Breite der Papillen ist gewöhnlich drei Viertheile oder die Hälfte der Länge. Die Dicke der eigentlichen Lederhaut geht von 0,3—2,4 mm. und beträgt an den meisten Orten 0,56—1,70 mm.

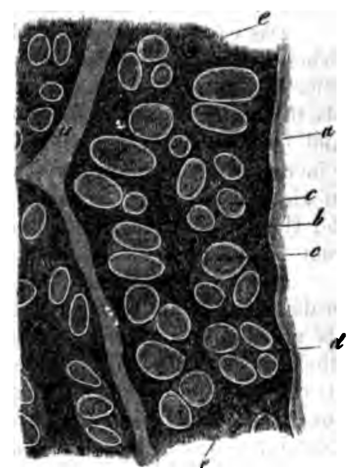


Fig. 52.

§. 35.

Die Lederhaut besteht vorzüglich aus Bindegewebe und elastischem Gewebe und enthält ausserdem auch Bindegewebskörperchen, glatte Muskeln, Fettzellen, Blutgefässe, Nerven und Saugadern in reichlichster Menge.

Das Bindegewebe besteht aus kleineren, drehrunden oder platten Bündeln oder aus stärkeren Balken und Blättern, die zum Theil netzförmig sich vereinen, zum Theil in zwei oder mehr Richtungen sich kreuzen. Die meisten Bündel verlaufen wagerecht der Oberfläche gleich, doch kommen neben diesen auch senkrechte aufsteigende Züge vor, die namentlich die Gefässe, Nerven, Drüsengänge und Haarbälge begleiten. In der Fetthaut finden sich zwischen den Bindegewebsbündeln viele von Fett erfüllte grössere und kleinere Räume, während in der *Fascia superficialis* und in der Lederhaut der Zusammenhang derselben ein sehr inniger ist und dieselben namentlich in der letztern ein sehr derbes, andeutungsweise geschichtetes Gewebe bilden. — In den Papillen ist der faserige Bau nicht überall deutlich und erscheint statt desselben oft ein mehr gleichartiges Gewebe, das häufig wie von einem einfachen hellen Häutchen begrenzt erscheint, ohne das jedoch ein solches wirklich sich darstellen liesse.

Die *Bursae mucosae subcutaneae* sind nichts als grössere, einfache oder theilweise getheilte Maschenräume im Unterhautzellgewebe, die besonders an der

Fig. 52. Flächenschnitt der Fersenhaut durch die Spitzen der Papillen eines ganzen und zweier halben Leistchen, 60mal vergr. Die reihenförmige Anordnung der Papillen, entsprechend den Leistchen der Lederhaut, ist deutlich sichtbar. *a.* Hornschicht der Oberhaut zwischen den Leistchen, die wegen ihres wellenförmigen Verlaufes bei einem Schnitte durch die Spitzen der Papillen mit getroffen wird. *b. Stratum Malpighii* der Oberhaut. *c.* Papillen, welche in mehr als zwei Reihen stehen; da aber immer mehrere derselben auf gemeinschaftlicher Basis sitzen, so sind doch, so zu sagen, nur zwei Reihen zusammengesetzter Papillen da. *d. Stratum Malpighii* zwischen den zu einer gemeinschaftlichen Basis gehörenden Papillen, das, weil weniger dick, etwas heller erscheint. *e.* Schweisscanäle.

Streckseite der Gewerbgelenke sich finden. Die innen glatten, aber mit vielen Unebenheiten versehenen Wandungen derselben sind aus gewöhnlichem Bindegewebe gebildet, besitzen kein Epithelium und schliessen etwas klebrige, helle Flüssigkeit ein.

Das elastische Gewebe findet sich fast in allen Theilen der Cutis in reichlicher Menge, doch meist viel spärlicher als das Bindegewebe. Seltener erscheint dasselbe in Form wirklicher elastischer Membranen, die selbst an die dichtesten elastischen Netze der Arterien erinnern, wie in der *Fascia superficialis* des Abdomen und Oberschenkels, gewöhnlicher in Gestalt von lockeren Netzen stärkerer oder feinerer Fasern, wie in der eigentlichen Lederhaut. Nur feine elastische Fasern, oft in ziemlicher Menge, besitzen die Papillen (namentlich die der Fusssohle und auch der Handfläche) und der *Panniculus adiposus*, in welchem letzteren dieselben jedoch zum Theil selbst gänzlich mangeln.

Bindegewebskörperchen finden sich in allen Theilen der Haut selbst bis in die Papillen hinein in bald grösserer, bald geringerer Menge, und zwar vor Allem als netzförmig verbundene spindel- oder sternförmige Zellen zwischen und in den Bindegewebsbündeln oder in der Nähe der Gefässe, Nerven, Drüsen, Haarbälge, oder als die Bindegewebsbündel umspinnende kernlose Fasernetze, an denen die Entstehung aus Zellen nicht mehr zu erkennen ist. Bei Thieren enthalten diese Zellen häufig Farbstoffe, was beim Menschen ausser in pathologischen Fällen nicht vorzukommen scheint.

Glatte Muskeln kommen meinen Untersuchungen zufolge in der Haut weit verbreiteter vor, als man früher annahm, und zwar 1) im Unterhautzellgewebe des Hodensackes, das denselben den Namen Fleischhaut, *Tunica dartos*, verdankt, des Penis, die Vorhaut inbegriffen, und des vordern Theiles des Mittelfleisches, wo sie mit ihren 0,75—1,12 mm. messenden, gelblichen Bündeln, deren Elemente die im §. 29 geschilderten sind, theils in der Nähe der Gefässe und Nerven, theils mehr vereinzelt im Bindegewebe verlaufen, netzförmig untereinander zusammenhängen und vorzüglich in der Richtung der *Raphe* des Scrotum und der Längsaxe des Gliedes ziehen, jedoch namentlich an letzterem nicht selten mit starken Bündeln auch quer verlaufen. Nach *Treitz* (Prag. Viertelj. 1853. I. p. 113) finden sich an vielen dieser Bündel elastische Sehnen, durch welche sie an die Vorderfläche der Schambeine, das *Lig. suspensorium penis*, die *Fascia superficialis* und *lata* sich anheften.

2) Im Warzenhofe sind die namentlich beim weiblichen Geschlechte entwickelten glatten Muskeln in einer zarten, nach innen bis zur Warze stärker werdenden Schicht kreisförmig angeordnet, und meist durch die Breite ihrer Bündel (bis zu 750 μ) und ihre gelbröthlich durchscheinende Färbung schon dem unbewaffneten Auge sichtbar; in der Warze selbst verlaufen dieselben theils kreisförmig, theils senkrecht und vereinigen sich zu einem dichten Netzwerke, durch dessen Maschen die Ausführungsgänge der Milchdrüse ziehen.



Fig. 53.

3) Die von mir entdeckten Haarbalgmuskeln (*Arrectores pili*, *Eylandt*) sind walzenförmige oder platte, 15—220 μ breite Bündel, die ohne Ausnahme meist zu einem, seltener zu zweien neben den Haarbälgen der Talgdrüsen liegen (Fig. 53), einfach oder in einigen Wurzeln von den obersten Theilen des Corium dicht unter der Epidermis entspringen und, indem sie schief von aussen nach innen nach den Haarbälgen zu

Fig. 53. Durchschnitt durch die Kopfhaut, mit zwei Haarbälgen. *a.* Epidermis. *b.* Cutis. *c.* Haarbalgmuskeln.

verlaufen und die Talgdrüsen umfassen, an die ersteren dicht hinter den genannten Drüsen oder nahe an ihrem Grunde sich ansetzen.

Nach *Meissner* ist Behandlung der Papillen mit kaustischem Natron ein Mittel, welches in der Regel die Fasern derselben sehr deutlich vortreten lässt. An solchen Papillen erkennt man auch, dass die Fasern an den Papillenspitzen nicht schlingenförmig in einander umbiegen, sondern vom ersten Drittheile der Länge an mit freien Enden auslaufen. Diese Enden sind nach *Meissner* auch an frischen Papillen zu erkennen, und bedingen hier theils eine feine Zähnelung am Rande der Papillen, theils eine regelmässige Querstreifung derselben, welche letztere jedoch nicht an allen Papillen deutlich ist. Ich sehe diese Zähnelung auch an mit Essigsäure behandelten Papillen sehr deutlich, und halte dieselbe für bedingt durch eine Faltenbildung der äussersten mehr gleichartigen Schicht der Papillen. *Meissner* erklärt die Fasern der Papillen für eigenthümliche, ich sehe jedoch keinen Grund, dieselben vom Bindegewebe zu trennen, da die Papillen in allen chemischen Eigenschaften wie das übrige Corium sich verhalten, namentlich auch beim Kochen bis auf ihre Bindegewebskörperchen und elastischen Elemente sich lösen. — Die Bindegewebsbündel der Lederhaut sind nach *Langer's* trefflichen Untersuchungen (l. i. c.) netzförmig angeordnet in Form eines regelmässigen in der Fläche ausgespannten Gitterwerkes, dessen Maschen an den meisten Körperstellen rhombische Form besitzen und eine regelmässige Anordnung zeigen.

An der Oberfläche der Cutis fanden *Huxley* und *Busk* (Uebers. m. Mikr. Anat. I. p. 111) eine durchsichtige, beinahe formlose »Matrix« mit Kernen. — Auch *Virchow* findet in den oberflächlichsten Lagen der Cutis des Nagelbettes (l. i. c.) Kerne, die z. Th. in die helle äusserste Lage hineinreichen, und vielleicht zu Zellen gehören. Ich halte diese Kerne, die auch ich kenne, für den oben erwähnten Bindegewebskörperchen angehörig.

§. 36.

Fettzellen. Der Sitz dieser Zellen ist vorzüglich die Fetthaut. In dieser liegen die Fettzellen nicht in grossen Ausbreitungen beisammen, sondern erfüllen in grösseren oder kleineren Klümpchen die verschiedenartig gestalteten Maschenräume des Bindegewebes (Fig. 50. *f*). Jedes der dem blossen Auge deutlich begrenzt erscheinenden gelben Klümpchen oder Fettläppchen (auch wohl Fetttraubchen) hat eine besondere Hülle von Bindegewebe, in der die der Ernährung der Fettzellen bestimmten Gefässe verlaufen, und besteht entweder aus einem einfachen Haufen von Zellen, oder aus einer, je nach seiner Grösse wechselnden Zahl von kleineren und kleinsten Läppchen, von denen jedes wieder seine eigene zarte Bindehülle hat; nach *Todd* und *Bowman* soll selbst jede Zelle ihre besondere Bekleidung und Gefässe darin besitzen, was jedoch, obschon für manche Fälle richtig, doch nicht in allen vorkommt. In der Lederhaut finden sich die Fettzellen mehr in den tieferen Theilen um Haarbälge herum, fehlen dagegen im *Corpus papillare* gänzlich. Ueberall sind die Fettzellen (Fig. 54) bei nur einigermaassen wohlgenährten Individuen runde oder länglichrunde 22—135 μ grosse, dunkelrandige, mit flüssigem, blassgelbem, einen einzigen Tropfen bildendem Fette erfüllte Zellen mit einem wandständigen, schwer sichtbar zu machenden Kerne (Fig. 55.). Bei Mageren finden sich dagegen fast keine Zellen dieser Art, sondern mehr oder weniger abweichende Formen und zwar 1) körnige Zellen mit vielen kleinen Fetttröpfchen in weissgelblichen Fetttraubchen;



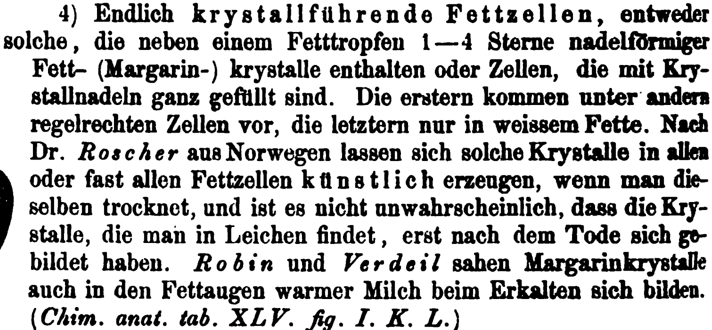
Fig. 54.

Fig. 54. Normale Fettzellen von der Brust, 350mal vergr. *a* Ohne Reagentien, *b*. nach Behandlung mit Aether, wodurch das Fett ausgezogen wird und die faltige zarte Hülle bleibt.

2) **Serumhaltige Fettzellen**, in gelb- oder braunrothen kleinen Fettläppchen, die neben dem mehr oder weniger geschwundenen Fette, das meist in Gestalt einer einzigen, dunkler gefärbten Fettkugel erscheint, eine helle Flüssigkeit und einen deutlichen Kern enthalten und bedeutend kleiner sind als regelrechte Zellen, von 22—35 μ;

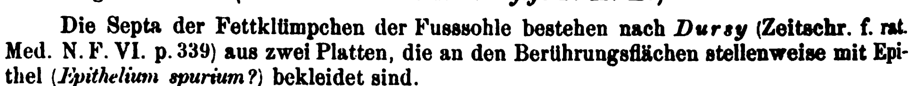
3) **Fettlose, nur Serum führende Zellen** mit deutlichem Kern und zarter oder verdickter Hülle in mehr gallertartigem Fette oder mit den andern untermischt, auch bei Hautwassersucht;

Fig. 55.



4) Endlich **krystallführende Fettzellen**, entweder solche, die neben einem Fetttropfen 1—4 Sterne nadelförmiger Fett- (Margarin-) krystalle enthalten oder Zellen, die mit Krystallnadeln ganz gefüllt sind. Die erstern kommen unter andern regelrechten Zellen vor, die letztern nur in weissem Fette. Nach Dr. *Roscher* aus Norwegen lassen sich solche Krystalle in allen oder fast allen Fettzellen künstlich erzeugen, wenn man dieselben trocknet, und ist es nicht unwahrscheinlich, dass die Krystalle, die man in Leichen findet, erst nach dem Tode sich gebildet haben. *Robin* und *Verdeil* sahen Margarinkrystalle auch in den Fettaugen warmer Milch beim Erkalten sich bilden. (*Chim. anat. tab. XLV. fig. I. K. L.*)

Fig. 56.



Die Septa der Fettklümpchen der Fusssohle bestehen nach *Dursy* (Zeitschr. f. rat. Med. N. F. VI. p. 339) aus zwei Platten, die an den Berührungsflächen stellenweise mit Epithel (*Epithelium spurium?*) bekleidet sind.

§. 37.

Gefässe der Haut. Schon im Unterhautzellgewebe geben die in die Haut eintretenden Arterien viele Aestchen an die Haarbälge (s. unten), die Fetttträubchen und die glatten Muskeln ab, die grösstentheils weitmaschige, seltner, wie namentlich in den Fetttträubchen, etwas engere Netze feiner Capillaren bilden (Fig. 57). Höher oben versorgen sie die Schweiss- und Talgdrüsen (s. unten), bilden in den innern Theilen der Lederhaut (*Pars reticularis*) ebenfalls, jedoch nicht viele Endausbreitungen und dringen endlich bis in die äussersten Theile der Papillarschicht und in die Papillen selbst, um sich hier in ein dichtes engmaschiges Netz von Capillaren aufzulösen. Dasselbe besteht überall, wo Papillen vorhanden sind, aus zwei Theilen, einmal aus einem wagerechten, unmit-

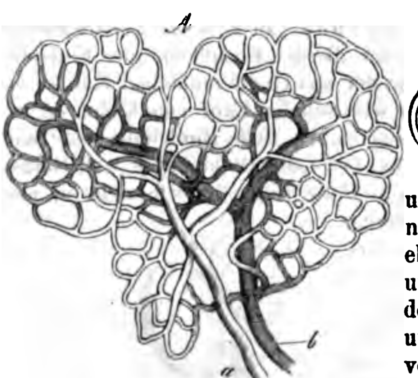


Fig. 57.

Fig. 55. Zwei Fettzellen aus dem Marke des *Femur* des Menschen, *a*. Kerne, *b*. Zellmembran, *c*. Fetttropfen. 350mal vergr.

Fig. 56. Fettzellen mit Margarinkrystallen, 350mal vergr. *a*. Zelle mit einem Stern von Krystallnadeln, wie sie nicht selten in normalem Fette sich finden. *b*. Mit Krystallen ganz erfüllte Zelle aus weisslichen Fettklümpchen Abgemagerter.

Fig. 57. Gefässe der Fettzellen. *A*. Gefässe eines kleinen Fetttträubchens, 100mal vergr. *a*. Arterie. *b*. Vene. *B*. Drei Fettzellen mit ihren Capillaren, mehr vergr.; nach *Todd* und *Bowman*.

telbar unter der von der Oberhaut bedeckten Fläche liegenden Geflechte mit weiteren Maschen stärkerer Gefässe von 11—22 μ und engeren solchen von Capillaren von 6—11 μ, und zweitens aus vielen einzelnen, nach aussen sich erhebenden Schlingen von feineren oder gröberen Gefässchen (von 6—9 μ an den meisten Orten, von 9—22 μ und mehr an der *Planta pedis* und *Vola manus* nach *Meissner*), welche die Papillen versorgen. Gewisse Ausnahmen (s. §. 41) abgerechnet, besitzen nur die Gefässwärzchen solche Capillargefässschlingen (Fig. 58), und zwar einfache Eine, ästige Papillen mehrere, welche mehr in ihrer Mitte oder der Oberfläche näher bis zur Spitze derselben sich erstrecken, und hierbei mit ihren Schenkeln entweder leicht geschlängelt, oder stark gekrümmt oder selbst spiralig um einander gedreht verlaufen.



Fig. 58.

Die grösseren Stämme der Lymphgefässe sind im Unterhautzellgewebe sehr leicht zu erkennen und sehr zahlreich. In der Lederhaut selbst haben verschiedene Anatomen, *Haase*, *Lauth*, *Fohmann* u. A., in neuerer Zeit auch *Teichmann* (Das Saugadersystem, 1861), durch Einspritzungen von Quecksilber und von gefärbten Massen (*Teichmann*) die Lymphgefässe dargestellt. Alle stimmen darin überein, dass dieselben in den äussersten Theilen derselben ein dichteres Netz feinerer Gefässchen, nach *Krause* (l. c. p. 111) von 110—150 μ, nach *Teichmann* von 18—54 μ bilden, das in der Tiefe in ein weitmaschiges Netz stärkerer Gefässe übergeht. *Teichmann* ist es gelungen nachzuweisen, dass von dem feineren Netze an einzelnen Stellen, wie besonders an der Hand und am Fusse, auch in die Papillen Lymphgefässchen eindringen, die in der halben Höhe derselben oder etwas darüber blind enden. Das feine Netz und diese Ausläufer stellen nach *Teichmann* die wahren Anfänge dieser Gefässe dar. Das erstere liegt, obschon sehr oberflächlich, doch tiefer als die feinsten Blutcapillaren und so, dass, wo die *Cutis* Furchen besitzt, seine Hauptäste besonders in diesen verlaufen. Das tiefere Netz, dessen Gefässe 94—144 μ messen (*Teichmann*) liegt in der untersten (innersten) Schicht des *Corium* und steht meist durch schräge Aeste mit dem äusseren Netze in Verbindung. Klappen beginnen erst in den Stämmen, die vom tieferen Netze entspringen und bald ins Unterhautbindegewebe zu liegen kommen, in welchem letzteren, mag dasselbe Fettzellen enthalten oder nicht, nach *Teichmann* keine selbständigen Lymphgefässe sich finden. Ebenso besitzen nach diesem Schriftsteller auch die Schweiss- und Talgdrüsen und die Haarbälge keine Lymphgefässe.

§. 38.

Nerven. Die Haut ist einerseits in ihren an die Epidermis angrenzenden Theilen, an gewissen Orten namentlich, eines der nervenreicheren Gebilde des menschlichen Organismus, während auf der andern Seite ihre tieferen Gegenden im Allgemeinen durch Armuth an Nerven sich bemerklich machen. Im *Panniculus adiposus* und der *Fascia superficialis* kennt man annoch keine Nerven als diejenigen, welche allmählich sich verästelnd durch diese Theile hindurch zur Lederhaut treten oder an den Haaren, Drüsen, glatten Muskeln und *Pacini*'schen Körperchen sich finden, von denen noch weiter die Rede sein soll. In der Lederhaut steigen die durch die Maschenräume

Fig. 58. Gefässe der Papillen eines ganzen und zweier halben Cutisleistchen nach Berres.

der innern Fläche eingetretenen Stämmchen unter fortgesetzter Verästelung, jedoch ohne wirkliche Endausbreitungen zu bilden, allmählich gegen die *Pars papillaris* herauf. Hier bilden sie unter den Papillen durch vielfache Verbindungen reichere oder ärmere Endnetze, an welchen man deutlich tiefere und oberflächlichere Theile, erstere aus feinen, noch mehrere Primitivfasern haltenden Zweigen mit weiteren Maschen, letztere aus einfachen oder zu zweien verlaufenden Fasern und engeren Zwischenräumen unterscheidet. In diesem letzten oder dem feinen Endnetze kommen dann auch (ob bei allen Fasern ist noch unentschieden) beim Menschen wie bei Thieren wirkliche Theilungen der Nervenprimitivfasern vor, so dass dieselben meist unter spitzen Winkeln in zwei sich spalten und aus dem Plexus selbst treten, endlich, wenigstens an gewissen Orten, eine bis vier Nervenfasern hervor, um in ganz bestimmter Weise in den Papillen zu enden.

Die Elemente der Nerven der Haut zeigen keine besondern Eigenthümlichkeiten. Ihr Durchmesser beträgt in den Stämmchen des Unterhautzellgewebes noch zum Theil bis 11—13 μ, ebenso in den untersten Theilen der Lederhaut, während sie nach oben zu alle nach und nach feiner werden. In den Endnetzen finde ich dieselben, je nach den verschiedenen Gegenden, von 2—6 μ schwankend, in den Papillen endlich von 1,8—4 μ. An Hand und Fuss schwanken die feinsten Fasern zwischen 2,5—4,4 μ; an der *Glans penis* dagegen, an den Lippen und der Nase nur zwischen 1,8—2,5 μ.

Das eigentliche Ende der Hautnerven ist durch die Untersuchungen der neuern Zeit in mehrfachen wichtigen Beziehungen aufgeklärt worden, immerhin fehlt noch viel an einer genauen Einsicht in alle Verhältnisse. Nach Allem, was wir wissen, finden sich mehrfache Endigungsweisen der Hautnerven, und zwar erstens an den besonderen Organen der Haut, als da sind: die Drüsen, die glatten Muskeln, die Haare und die *Pacini*'schen Körperchen, und zweitens in den oberflächlichen Hautlagen selbst in den Tastkörperchen, den Endkolben von *Krause* und frei in der Haut an der Wurzel der Papillen. Von diesen Nervenenden haben die meisten mit Ausnahme der zwei ersten auf die Verrichtung der Haut als Gefühlsorgan Bezug und lassen sich diese wieder füglich in zwei Abtheilungen bringen, und zwar in diejenigen, die in besondern kleinen Gefühlsorganen statthaben, die *W. Krause* mit dem allgemeinen Namen Terminalkörperchen bezeichnet, und zweitens in andere, die keine besondere Einrichtung zeigen, wie die Nerven der Haare und der Hautoberfläche selbst.

§. 39.

Gefühlskörperchen oder Terminalkörperchen. Die Haut und die sensiblen Schleimhäute zeigen an bestimmten Orten ganz besondere Nervenendigungen, welche, obschon in manchen Einzelnheiten verschieden, doch alle darin übereinzustimmen scheinen, dass die Nerven im Innern eigenthümlicher aus Bindegewebe gebildeter Körperchen, die als umgewandelte Theile der Nervenscheiden zu betrachten sind, frei enden.* Von diesen Einrichtungen kamen gerade die zusammengesetztesten, nämlich die *Pacini*'schen Körperchen, am frühesten zur Kenntniss der Mikroskopiker, dann folgte die Entdeckung der sogenannten Tastkörperchen durch *Meissner* und *Wagner*, endlich die der einfachsten Bildungen dieser Art, der Endkolben, durch *W. Krause*. Die wesentlichen Bestandtheile aller dieser Bildungen sind 1) die Nervenendfasern (Terminalfasern, *Krause*), bestehend aus einer oder mehreren blassen Nervenfasern, die immer frei enden und am Ende häufig knopfförmig angeschwollen sind; 2) der Innenkolben, *Krause*, eine helle feinkernige, in gewissen Fällen Kerne enthaltende Lage einfacher Bindesubstanz, die die Nervenfaser scheidenartig umhüllt oder als Träger derselben dient, und 3) eine Hülle von gewöhnlichem Bindegewebe mit Bindegewebskörperchen. Die Abweichungen der verschiedenen Arten der Gefühlskörperchen hängen namentlich von der mannichfachen Gestaltung der letztgenannten Schicht ab, doch

zeigen auch die andern Bestandtheile Verschiedenheiten, die in der folgenden genaueren Schilderung im Einzelnen werden dargestellt werden.

Nachdem schon von R. *Wagner* und *Leydig* auf die Aehnlichkeit der *Pacini*'schen Körperchen und der Tastkörperchen aufmerksam gemacht worden war, hat *W. Krause* nach Auffindung der Endkolben alle Gefühlskörperchen der Haut und der Schleimhäute als wesentlich übereinstimmende Gebilde bezeichnet und die einzelnen Theile derselben in einer, wie auch ich glaube, treffenden Weise aufeinander zurückgeführt.

§. 40.

Endkolben oder *Krause*'sche Körperchen. Obschon die Endkolben bei den höheren Säugethieren und beim Menschen vor Allem in den sensiblen Schleimhäuten sich finden, so ist es doch ihrer Verwandtschaft mit den andern Gefühlskörperchen wegen das Zweckmässigste, sie gleich hier mit abzuhandeln.

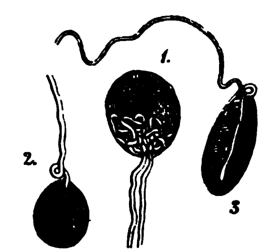


Fig. 59.

In ihrer einfachsten und zugleich bezeichnenden Gestalt sind die Endkolben rundliche oder längliche Körperchen, an denen eine zarte Bindegewebshülle mit Kernen, ein heller kernloser Innenkolben und eine in der Mitte desselben verlaufende blasse Nervenendfaser zu unterscheiden sind (Fig. 59), und gleichen solche Endkolben fast ganz und gar den innersten Theilen der *Pacini*'schen Körperchen. Es ist jedoch zu bemerken, dass ausser dieser Form noch mannichfache andere vorkommen, von denen die meisten Zwischenstufen zwischen derselben und den Tastkörperchen darstellen, so dass es im einzelnen Falle oft schwer ist zu sagen, zu welcher Unterart von Gefühlskörperchen ein beobachtetes Gebilde gehört. Wenn nämlich für die Tastkörperchen bei einer Zusammensetzung aus denselben drei Theilen 1) die grosse Zahl und der quere Verlauf der Kerne der Bindegewebshülle, 2) der mehr quere und oberflächliche Verlauf der Nerven, sowie die zahlreichen Windungen derselben, 3) die meist grössere Zahl der eintretenden Nervenfasern und 4) die bedeutendere Grösse bezeichnend sind, so kommen Anklänge an alle diese Verhältnisse auch bei den *Krause*'schen Körperchen vor und ergibt sich so die Unmöglichkeit, die beiderlei Bildungen scharf zu trennen, um so mehr als auch bei den Tastkörperchen einfachere Formen sich finden. Nichtsdestoweniger erscheint es nach dem Vorgange von *W. Krause* zweckmässig, Endkolben und Tastkörperchen auseinander zu halten, da die scharf ausgeprägten Formen beider so zu sagen nie in einem und demselben Organe mit einander vorkommen.

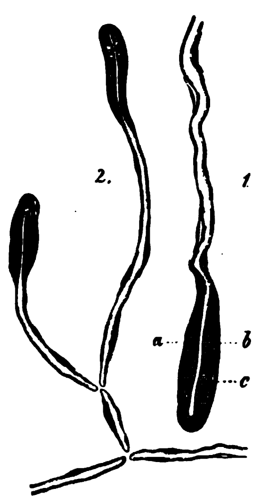


Fig. 60.

Fig. 59. Drei *Krause*'sche Körperchen aus der *Conjunctiva* des Menschen, mit Essigsäure. Vergr. 300; nach einer Zeichnung von *Lüdden*. 1. Rundes Körperchen mit zwei Nervenfasern, die im Innern einen Knäuel bilden. Ausserdem sind Theile von zwei blassen Nervenfasern im Innern sichtbar. 2. Rundliches Körperchen mit einer Nervenfaser und Fettkörnchen im Innenkolben. 3. Längliches Körperchen mit deutlicher Endfaser. An allen drei Körperchen ist die Hülle sichtbar, die bei 1 und 2 auch Kerne zeigt.

Fig. 60. Endkolben aus der *Conjunctiva* des Kalbes, mit Essigsäure. Vergr. 300. Nach einer Zeichnung von *Lüdden*. 1. Ende einer Nervenfaser mit ihrem Kolben. 2. Doppelte Theilung einer Nervenfaser mit zwei Endkolben. *a*. Hülle der Endkolben. *b*. Innenkolben *c*. Blasse Nervenfaser.

Die genaueren Verhältnisse nun der *Krause*'schen Körperchen sind folgende. Beim Menschen wurden dieselben zuerst von mir und zwar in den Papillen des rothen Lippenrandes, den *Papillae fungiformes* der Zunge und in der Haut der *Glans penis et clitoridis* aufgefunden, jedoch, da die ächten Endkolben damals noch unbekannt waren, als unentwickelte Tastkörperchen gedeutet. Im Jahre 1858 entdeckte dann *W. Krause* die wahren einfachen Endkolben, stellte die Körperchen der genannten Orte zu denselben und wies ausserdem solche noch nach in der *Conjunctiva*, in den Schleimhautfalten unter der Zunge, unter den *Papillae filiformes* und im weichen Gaumen. Die Endkolben des Menschen sind in ihrer überwiegenden Mehrzahl annähernd kugelrund, doch haben *Krause* in zwei von *Lüdden* in einem Falle in der *Conjunctiva* auch längliche wie bei Thieren gefunden. Die Grösse schwankt zwischen 22 und 98 μ, und was den Bau anlangt, so ist besonders das Verhalten der Nerven bemerkenswerth, welche häufig zu zwei, ja selbst zu dreien in die Körperchen eintreten. Auch wenn nur Eine dunkelrandige Nervenfaser zu einem Endkolben geht, so theilt sich dieselbe häufig noch kurz nach dem Eintritte in zwei oder drei Endfasern. Erwähnenswerth sind ferner bald stärkere, bald schwächere Knäuelungen, welche die dunkelrandigen Fasern an der Eintrittsstelle zeigen, die in einzelnen Fällen so stark sind, dass sie an die von *Gerber* und mir beschriebenen Nervenknäuel der Lippen und die von mir aufgefundenen ähnlichen Bildungen der *Conjunctiva*, die auch *Krause* sah, erinnern. Die blassen Endfasern verlaufen meist auch etwas geschlängelt und zeigen in gewissen Fällen stärkere Biegungen, doch kommen dieselben beim Menschen, ausser in ganz frischen Theilen, im Ganzen nur selten zur Anschauung. — Von den übrigen Theilen ist vom Menschen nur das zu sagen, dass die Bindegewebshülle ziemlich zahlreiche länglich runde Kerne enthält, sowie dass der Innenkolben meist dunkle, durch Natron sichtbar zu machende, Fettkörnchen ähnliche Gebilde enthält.

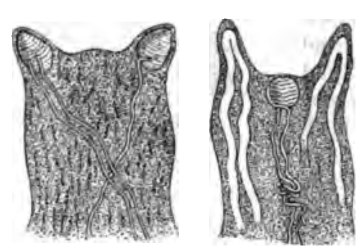


Fig. 61.



Fig. 62.

Lage und Zahl betreffend, so finden sich die *Krause*'schen Körperchen in der ganzen *Conjunctiva scleroticae* bis zur Umschlagsstelle, sowie an der *Plica semilunaris* und zwar dicht unter der obersten Bindegewebslage unweit vom Epithel. Die Nerven, an denen die hier einfacheren Körperchen sitzen, bilden wie überall ein tieferes Geflecht und geben dann einzelne feine Stämmchen gegen die Oberfläche ab, die, immer noch sich verflechtend und zahlreiche Theilungen ihrer Nervenröhren darbietend, schliesslich an die Endkolben treten. So fand *Krause* beim Kalbe in einem Raume von etwa 3,3 mm Länge und 1,1 mm Breite Eine Primitivfaser, die durch wiederholte Theilungen 10 Endäste bildete und in ebenso vielen

Fig. 61. Zwei Lippenpapillen des Menschen mit Essigsäure behandelt, die eine mit 1, die andere mit 2 *Krause*'schen Körperchen. In einer Papille zwei Capillarschlingen in der andern die Gefässe nicht sichtbar. Vergr. 350.

Fig. 62. Eine *Papilla fungiformis* des Menschen mit Essigsäure behandelt, 350mal vergr. In der Mitte der Spitze zwischen den einfachen Wärzchen zwei *Krause*'sche Körperchen. *a a* Nerven der Papille.

›rperchen endete. Beim Menschen berechnet *Krause* aus einem Falle, in dem □mm untersucht wurden, im Mittel 2 Endkolben auf 2,2□mm, doch ist die Menge ser Organe in den einzelnen Theilen dieser Haut so wechselnd, dass diese Zahlen- stimmung vorläufig auf keine allgemeine Geltung Anspruch machen kann; dagegen chte es allerdings richtig sein, wenn *Krause* annimmt, dass alle Nervenfasern der *njunctiva* in solchen Körperchen enden, indem man in der That überall, wo es ge- gt, eine Faser genau zu verfolgen, schliesslich auf einen Endkolben stösst. In den ppen finden sich die *Krause*'schen Körperchen, die jedoch hier auch Uebergangs- men zu den Tastkörperchen zeigen, theils in den Spitzen, theils mehr in der Mitte l selbst an der Wurzel von Papillen, die, wie ich gezeigt habe, alle auch Blutgefässe :halten. Am Boden der Mundhöhle verhalten sie sich wie in der *Conjunctiva*, ı weichen Gaumen sitzen die Körperchen unter den Papillen, selten in der tte der Papillen. An der Zunge finden sich die *Krause*'schen Körperchen zu einem ›r zweien in den Spitzen der *Papillae fungiformes* unterhalb der einfachen Wärz- ›n und unter den *Papillae filiformes*, ferner in den *Papillae vallatae* (*Krause*), an · *Glans penis* und *clitoridis* endlich liegen sie tief unter den Papillen und haben eine tere Bindegewebshülle. Am letzteren Orte finden sich auch grössere Körperchen ı Maulbeerform und 200 μ Grösse (Genitalnervenkörperchen, *W. Krause*).

Den *Krause*'schen Körperchen ist von Seiten der Mikroskopiker noch wenig Berücksich- ung zu Theil geworden, indem bis jetzt einzig *Frey* (Histol. 373) das Vorkommen der- ben in der *Conjunctiva* des Kalbes bestätigt hat. Auf meine Aufforderung hat einer meiner ıörer, Herr *Lüdden*, sich an die Untersuchung dieser Gebilde gemacht, wobei sich *W. ause's* Angaben als vollkommen richtig herausstellten, welchen Ausspruch ich auch :h eigenen Untersuchungen gegenüber der Behauptung *J. Arnold's*, dass die Endkolben nsterzeugnisse seien aufrecht erhalten muss. *Lüdden* sah die Körperchen in der *Con- ctiva* des Menschen und des Kalbes, in der Haut der Maus, des Kaninchens, der Ratte l des Wiesels. Nach *W. Krause's* ausführlichen, wenn auch nicht abschliessenden tersuchungen finden sich Endkolben bei vielen Säugethiergattungen aus den Abtheilungen · *Quadrumana, Carnivora, Glires, Multungula, Solidungula* und *Ruminantia* und zwar vor lem in der *Conjunctiva*, den Lippen und der Mundschleimhaut. In der *Glans nis* sind sie gesehen beim Igel und Stiere, in der *Glans clitoridis* bei der Kuh und m Schweine, in der *Vagina* beim Kaninchen (*Polle*), an der Volarfläche der Zehen ›r Füsse beim Maulwurfe, der Katze, dem Meerschweinchen und Eichhörnchen, in der ›ut des Bauches bei der Maus, in der Zunge beim Rinde und beim Schweine, hier in ı langen Papillen hinter den *Circumvallatae* und nach *Corti* auch beim Elephanten. Bei ›n diesen Thieren sind die *Krause*'schen Körperchen länglich oder länglich rund, mit Aus- ıme der Affen, bei denen, wie beim Menschen, vorwiegend rundliche Formen sich finden. n Innenkolben sah *Lüdden* in einigen Fällen eine besondere kernhaltige Scheide und in · äusseren Hülle glaubt er Capillargefässe wahrgenommen zu haben.

Den Endkolben ähnliche Bildungen finden sich in den Papillen des Daumenballens nnlicher Frösche. Ob auch die von mir in der Haut von Fischen (*Stomias* und *Chau- lius*) beschriebenen mit Nerven verbundenen Körperchen hierher gehören, werden fernere tersuchungen zu lehren haben. (S. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. IV. 1853. p. 366. und Würzb. rhandl. Bd. VIII. Heft 1. 1837. p. 28—31.)

§. 41.

Tastkörperchen. Nach einer im Jahre 1852 von *Meissner* und *Wagner* machten Entdeckung finden sich in den Papillen der Handfläche und Fusssohle, zu nen später noch andere Gegenden dazu kamen, eigenthümliche Nervenendigungen besonderen Körperchen, über deren Bau, trotz vielfacher Untersuchungen, die An- hten der verschiedenen Beobachter immer noch nicht übereinstimmen.

Diese Körperchen oder die Tastkörperchen sind meist länglich runde oder ıgliche Gebilde von 66 — 110 μ mittlerer Länge (in der *Vola manus* beträgt ihre

Länge 110—180 μ, die Breite 45—50 μ, an der Ferse sind sie 66—110 μ lang und breit und am Rücken der Finger 32—38 μ lang und breit), an denen, wie bei den *Krause*'schen Körperchen, ein Innenkolben, eine Hülle und die zutretenden Nervenfasern zu unterscheiden sind. Der Innenkolben besteht aus einer gleichartigen hellen Bindesubstanz, an der ausser hie und da sichtbaren feinen Körnchen keine weitern Formbestandtheile zu unterscheiden sind. Umgeben wird derselbe von einer Hülle von Bindegewebe, die nach Essigsäurezusatz eine grosse Zahl querstehender länglicher Kerne zeigt, die vielleicht alle ebenso gestellten Zellen angehören, welchen der Werth von Bindegewebskörperchen zuzuschreiben wäre. Nervenfasern treten meist zu 1—2, auch wohl 3 und 4 in die Papillen mit solchen Körperchen ein und laufen an den letztern entweder gerade, oder in schraubenförmigen Linien sie umgebend, in die Höhe, um, wie es scheint, in den meisten Fällen im Innern der Körperchen, und zwar in den oberflächlichen Theilen des Innenkolbens mit blassen Endfasern frei auszugehn.

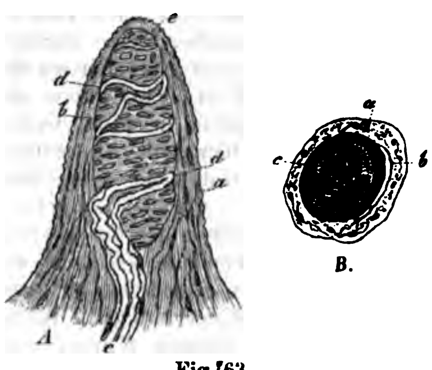


Fig. 63.

Das Verhalten der Tastkörperchen zu den Papillen anlangend, so finden sich dieselben meist in besondern Wärzchen, die keine Gefässe enthalten, so dass man, wie schon angegeben, die Hervorragungen der Cutis nicht mit Unrecht in Gefäss- und Nervenwärzchen eintheilen kann, doch gibt es auch seltene Fälle, in denen eine einfache Papille ein Tastkörperchen und eine Capillarschlinge zusammen enthält. In der Hand sitzen die Tastkörperchen besonders in den zusammengesetzten Wärzchen zu einem oder zweien und zwar immer je ein Körperchen für sich in einer selbständigen, mehr oder weniger hervortretenden, meist kürzeren, manchmal längeren Spitze, seltener in einfachen Papillen, wie diess an den andern Orten Regel ist. Die Lage in den Papillen selbst ist so, dass sie der Spitze derselben meist nahe, oft sehr nahe stehen und in der Breite die Hälfte oder drei Viertheile des Raumes der Papille einnehmen, ja dieselbe manchmal fast ganz erfüllen.

Papillen mit Tastkörperchen sind bis jetzt beim Menschen an der Handfläche, der Fusssohle, dem Handrücken und Fussrücken (*Meissner*, *Wagner* und viele Andere), ferner an der Brustwarze (ich, *W. Krause*) und der Volarfläche des Vorderarms (*W. Krause*) gefunden. Bei Säugethieren fanden sie *Meissner* und *W. Krause* bei Affen in der *Vola manus* und *Planta pedis*, bei zwei Gattungen auch in den Lippen, vermissten dieselben dagegen bei zahlreichen Gattungen aus anderen Abtheilungen, bei denen sie wenigstens z. Th. durch Endkolben ersetzt werden. — Die Zahl anlangend, so sind sie beim Menschen an der Handfläche am zahlreichsten, vor Allem an den Fingern. *Meissner* fand an der Fingerbeere des Zeigefingers eines Mannes auf 2,2 □mm 400 Papillen und darunter 108 mit Tastkörperchen, so dass mithin auf 4 Wärzchen ein Nervenwärzchen kam; auf 2,2 □mm des zweiten Gliedes standen 40 Körperchen, am ersten Gliede 15, in der Haut des Kleinfinger-

Fig. 63. *A*. Längenansicht einer Papille der Haut. *a*. Rindenschicht derselben mit Saftzellen und feinen elastischen Fasern. *b*. Tastkörperchen mit seinen queren Kernen. *c*. Zutretendes Nervenstämmchen mit kernhaltigem Neurilem. *d*. Nervenfasern, die das Körperchen umspinnen. *e*. Scheinbares Ende einer solchen. *B*. Eine Papille von oben, so dass die Mitte im scheinbaren Querschnitte gesehen wird, *a*. Rindenschicht der Papille mit Saftzellen. *b*. Nervenfaser. *c*. Kernhaltige Hülle. *d*. Tastkörperchen. *e*. Innere feingranulirte Substanz desselben. Vom Menschen, 350mal vergr. Mit Essigsäure.

ballens 8. An der Plantarfläche des Nagelgliedes der grossen Zehe traf derselbe Untersucher 34 Körperchen auf 2,2 □ mm, in der Mitte der Fusssohle nur 7—8. An der Volarfläche des Vorderarms sind nach *W. Krause* die Tastkörperchen äusserst selten und berechnet derselbe nach einer sehr mühevollen und doch nicht ganz genügenden Untersuchung von im Ganzen 330 □ mm Haut dieser Gegend bei 16 Individuen, dass *in minimo* auf etwa 15,4 □ mm Ein Tastkörperchen kommt. Auch am Hand- und Fussrücken und an der Brustwarze bei beiden Geschlechtern sind die Körperchen spärlich, doch besitzen wir über ihre Häufigkeit an diesen Theilen keine näheren Angaben. Bei allen den letztgenannten Theilen sind übrigens die Körperchen klein, wenig entwickelt und gewissen Formen der Endkolben ähnlich.

Trotz vielfacher Untersuchungen herrscht doch noch keine Uebereinstimmung mit Bezug auf den feinern Bau der Tastkörperchen. Nur über den Innenkolben derselben, den ich zuerst als einen Strang einfacher Bindesubstanz beschrieb, während *Wagner* und *Meissner* abweichende Darstellungen gegeben hatten, möchten jetzt, da auch *W. Krause* meiner Auffassung Beifall gezollt hat, wohl alle neuern Beobachter übereinstimmen. Immerhin will ich noch einmal hervorheben, dass auch Papillen ohne Nerven und ohne Tastkörperchen manchmal einen innern Strang einfacher Bindesubstanz enthalten (s. Zeitschr. f. w. Zool. IV. Tab. II. Fig. 15, 16), was besser als alles Andere zeigt, dass der Innenkolben der Tastkörperchen an und für sich nicht als eine ganz besondere Bildung aufzufassen ist. — Die Hülle des Innenkolbens anlangend, die ebenfalls von mir zuerst beschrieben wurde, so hält der neueste Untersucher *W. Krause* immer noch an der Ansicht von *Meissner* fest, dass die queren Streifen derselben vor Allem von Nervenfasern herrühren, obgleich ich schon längst gezeigt habe, dass es querstehende Kerne sind, die dieselben bedingen. Dass ausserdem auch querverlaufende Nervenfasern oft in ziemlicher Anzahl sich finden, ist sicher, allein dieselben sind nicht die Hauptursache der Querstreifung, wovon man an jedem Essigsäurepräparate leicht sich überzeugen kann. Zum Ueberflusse hat *Gerlach* die fraglichen Kerne auch noch durch Färbung mit Carmin als solche erwiesen. Diese Kerne gehören wahrscheinlich alle Zellen an, die den Werth von Bindegewebskörperchen haben würden, doch hat sich diess bis jetzt noch nicht mit hinreichender Bestimmtheit feststellen lassen, ebenso wenig wie die andere Frage, ob die zwischen denselben gelegenen Theile fibrilläre oder einfache Bindesubstanz sind. — Das Verhalten der Nerven zu den Körperchen anlangend, so habe ich schon in der 2. Auflage dieses Werkes (S. 109) angegeben, dass dieselben in der ungeheuren Mehrzahl der Fälle in der halben Höhe der Tastkörperchen oder gegen die Spitze derselben dem Blicke sich entziehen, d. h. mit einem Male blasser werdend wie abgebrochen enden. Jetzt, wo die schönen Untersuchungen *W. Krause's* über die verhältnissmässig leicht zu bestätigenden freien Nervenenden im Innern der Endkolben dazu gekommen sind, hiesse es aller Wahrscheinlichkeit Hohn sprechen, wollte man läugnen, dass wie namentlich *Meissner* und *Krause* diess annehmen, die Nerven wirklich in den Körperchen enden. Immerhin muss ich in dieser Beziehung auf Folgendes aufmerksam machen. Erstens kann nach dem oben über die Kerne der Körperchen Bemerkten auch nicht von Ferne davon die Rede sein, alle oder auch nur die Mehrzahl der Querstreifen, die nach Zusatz von Essigsäure sichtbar sind, auf Nervenfasern zu beziehen. — Zweitens scheint es, dass die Nerven doch mehr in den oberflächlichen Theilen der Körperchen enden und nie die Mitte derselben durchlaufen, wie in den ächten *Krause*'schen Körperchen, ja es möchten die umspinnenden noch dunkelrandigen Nervenfasern, wie sie z. B. die Fig. 63 wiedergibt, selbst an der äussern Oberfläche der Körperchen liegen, was physiologisch doch wohl nicht ohne Belang ist. — Drittens habe ich keinen Grund, an der Richtigkeit der von mir früher beschriebenen und abgebildeten Nervenschlingen in einzelnen Papillen zu zweifeln. Höchst wahrscheinlich wird sich der scheinbare Widerspruch zwischen diesen Erfahrungen und denen von *Meissner* und *W. Krause* dadurch lösen, dass sich ergibt, dass in solchen Fällen die Nerven in Tastkörperchen anderer benachbarter Papillen enden. Vielleicht wurden auch durch Theilung entstandene Aeste für die Tastkörperchen, an denen die Schlingen wahrgenommen wurden, von mir übersehen. Die Annahme eines Vorkommens von dunkelrandigen wirklichen Endschlingen, die zuerst durch *Henle's* und meine Erfahrungen über die *Pacini*'schen Körperchen erschüttert wurde, habe ich schon lange als sehr zweifelhaft bezeichnet; auf der andern Seite ist das Vorkommen von Nervenschlingen selbst in Haut-

papillen, man denke an die Nervenknäuel in Lippenpapillen [s. meine Abh. l. c. Fig. 14], nicht zu bezweifeln. — Viertens endlich hebe ich auch hier wieder hervor, dass Papillen mit Nerven, aber ohne Tastkörperchen von mir gesehen wurden in der Handfläche (sehr selten), der Fusssohle (häufiger), in den Lippen (sehr häufig) und in der Zunge, was mithin beweist, dass die Endigung der sensiblen Nerven in Gefühlskörperchen doch nicht die einzig vorkommende ist.

§. 42.

Pacini'sche oder *Vater*'sche Körperchen. Mit ersterem Namen bezeichneten *Henle* und ich von dem Florentiner *Pacini* zuerst genauer beschriebene kleine Organe namentlich an den Nerven der Handfläche und Fusssohle, die allerdings, wie *Langer* in Wien später nachwies, schon von dem Deutschen *A. Vater* gesehen (s. *J. G. Lehmann*, *Diss. de consensu partium corp. hum., expos. simul nerv. brach. et crur. coalitu pecul. atq. papillarum nervearum in digitis dispositione. Vitembergae* 1741) und als *Papillae nerveae* oder *cutaneae* beschrieben, jedoch in ihrem Baue nicht erkannt worden waren. Da jedoch auch *Pacini* gerade der wichtigste Theil der Körperchen, die Nervenfaser, ganz und gar unbekannt blieb, so wird man *Langer* nicht gerade Unrecht geben können, wenn er dieselben *Vater*'sche Körperchen nennt. Diese Organe nun, die ebenfalls in die Abtheilung der Gefühlskörperchen gehören, besitzen eine länglichrunde oder birnförmige Gestalt, eine weisslich durchscheinende Farbe mit einem weisseren Streifen im Innern und finden sich beim Menschen, wo sie 1,12—4,5 mm in der Länge messen, ganz beständig an den Hautnerven der Handfläche und Fusssohle in dem Unterhautbindegewebe. Am zahlreichsten sind sie an den Fingern und Zehen, namentlich am dritten Abschnitte derselben; an der ganzen Hand zählte *Herbst* ungefähr 600 und am Fusse nahezu ebensoviel. Ausserdem finden sie sich meist spärlich und nicht beständig am Hand- und Fussrücken, den Hautnerven des Oberarms, Vorderarms und des Halses, am *Nervus pudendus communis*, den Intercostalnerven, allen Gelenknerven der Extremitäten (*Rauber*), gewissen Knochennerven, am *Nervus infraorbitalis*, den Nerven unter der Brustdrüse und in der Brustwarze, im Innern von Muskeln der Hand und des Fusses (*Rauber*), und ganz ohne Ausnahme an den grossen sympathischen Plexus vor und neben der *Aorta abdominalis* hinter dem *Peritonaeum*, besonders in der Nähe des *Pancreas*, manchmal auch im Gekröse des Dünndarmes bis nahe an den Darm hin. Endlich sind sie auch von *Luschka* und *Krause* in der Nähe der Steissdrüse gesehen.

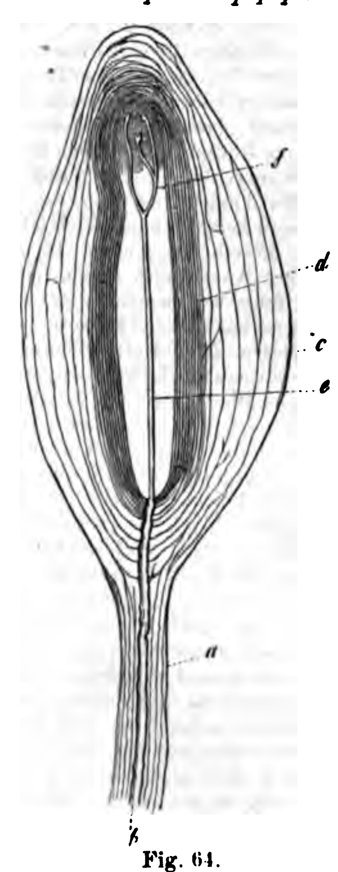


Fig. 64.

Der Bau der *Vater*'schen oder *Pacini*'schen Körperchen ist im Ganzen einfach, immerhin viel verwickelter als derjenige der bisher beschriebenen Gefühlskörperchen (Fig. 64). Ein jedes derselben besteht aus einer Nervenendfaser, einem Innenkolben, der dieselbe umgibt, und einer Hülle von vielen

Fig. 64. *Pacini*'sches Körperchen des Menschen, 350mal vergr. *a*. Stiel desselben. *b*. Nervenfaser in demselben, *c*. äussere, *d*. innere Schicht der Hülle, *e*. blasse Nervenfaser innerhalb des hellen Innenkolbens, *f*. Theilungen und Ende derselben.

ıeinander geschachtelten Kapseln. Der letztern sind 20—60, von denen die äusseren urch grössere, die inneren durch kleinere Zwischenräume von einander getrennt sind, ı denen eine helle serumartige Flüssigkeit sich findet, die durch Anstechen der Körerchen leicht nachgewiesen werden kann. Die einzelnen Kapseln, die jedoch nicht nmer rings herum gehen, sondern häufig mit einander zusammenhängen, bestehen us gewöhnlichem Bindegewebe und Bindegewebskörperchen nnd lässt sich wenigstens a den äussern Kapseln beim Menschen mit Leichtigkeit nachweisen, das jede aus ner äussern Lage mit querverlaufenden und einer innern Schicht mit der Länge nach ehenden Fibrillen besteht. An der Innenfläche der letztern liegen die schon von ir gesehenen Bindegewebskörperchen (Handb. 3. Aufl.), welche nach *Hoyer's* 'uen Untersuchungen eine epithelartige zusammenhängende Lage bilden, jedoch, dass von einzelnen Zellen nicht selten fadentige Fortsätze durch den freien Raum zwischen zwei ımellen zur nächstfolgenden Lamelle ziehen, Angaa, die ich, wie *Eberth* wenigstens für die *Pacini*'hen Körperchen der Katze (Fig. 65.) vollkommen beıtigt finde. Der Innenkolben ist, wie ich gezeigt be, ein heller feinkörniger und mit zarten Kernen ellen?) versehener weicher Strang, den ich als eine t einfacher Bindesubstanz auffasse, um so mehr, er in einzelnen Fällen ebenfalls wenigstens in seia äussern Theilen wie aus zarten, dicht beisammengenden Kapseln zu bestehen scheint, und im Innern sselben verläuft dann die Nervenfaser des Körperens. Jedes Körperchen nämlich besitzt einen aus a Fortsetzungen seiner Schichten gebildeten, mit ıem Nervenzweigchen verbundenen Stiel, in welem eine einzige von dem betreffenden Nerven abhende, dunkle 13—15 μ breite Nervenfaser zu dem irperchen verläuft. Dieselbe tritt aur dem Stiele in a Innenkolben, wird hier platt (Breite 13 μ, Dicke ı), blass, anscheinend marklos, fast wie ein Axenlinder, und endet im obern Theile des Innenkolbens häufig zwei- oder dreigespalten, jedem Ausläufer mit einem freien, häufig leicht körnigen Knöpfchen. — Im Stiele d den benachbarten Theilen der Körperchen, seltener am andern Ende derselben den sich auch meist einzelne feine Blutgefässverästelungen.

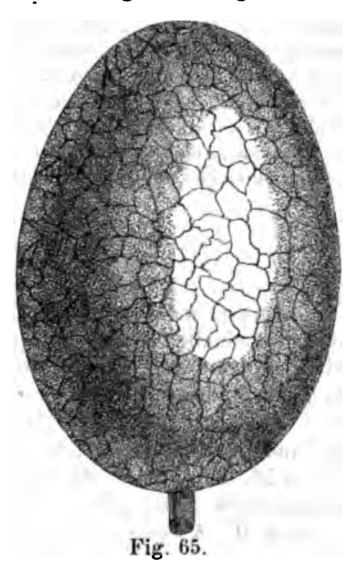


Fig. 65.

Die älteren Beobachtungen über die hier besprochenen Körperchen wurden erst von n Augenblicke an fruchtbar, wo es *Henle* und mir gelang, die Nerven in denselben :hzuweisen, und will ich hier mit Hinsicht auf eine Bemerkung von *W. Krause* (Die m. Körp. 52) nur noch erwähnen, dass wir die Körperchen im *Mesenterium* der Katze beständig auffanden und nicht erst durch *Lacauchie* auf dieselben aufmerksam wurden. it dieser Zeit haben sich eine grosse Zahl Untersucher mit diesen merkwürdigen Gebilden schäftigt und namentlich auch ihr Vorkommen bei vielen Thieren nachgewiesen, in welche ziehung sowie in Betreff der zahlreichen Formabweichungen derselben, die namentlich bei : Katze zu finden sind, die unten aufgeführten Arbeiten und vor Allem auf die Schrift von . *Krause* verwiesen wird. Hier sei nur erwähnt, dass dieselben nun bei den Säugethieren ıon bei 37 Arten aufgefunden sind und hier vor Allem an den Extremitäten (je nach den ıständen an den Zehen, oder den Sohlenballen, oder auch an andern Orten, wie in der gend der *Membranae interosseae*), ausserdem auch seltener am Schwanze, dem *Mesenterium*

Fig. 65. Ein *Pacini*'sches Körperchen der Katze nach Behandlung mit Höllensteinlösung, die epithelartige Zellenlage der Innenfläche der äussersten Lamelle zu zeigen. Geringe rgrösserung.

(Katze) und *Mesocolon* (Katze und Kaninchen), an der *Clitoris* (Schwein) und in der *Submucosa* der *Vagina* des Kaninchens *Krause*, *Polle*) vorkommen. Bei Vögeln, wo sie *Will* und *Herbst* aufgefunden haben, kennt man sie schon von 43 Arten und finden sie sich hier in der Haut des Rumpfes und der Extremitäten, in der Zunge, dem Schnabel und der *Conjunctiva*. Der Bau ist bei diesen Thieren auch etwas verschieden, in welcher Beziehung die Mittheilungen von *Leydig*, mir, *Keferstein*, *W. Krause* und *W. Engelmann* nachzusehen sind.

Die blasse Nervenfaser im Innern der Körperchen der Säuger und des Menschen ist meiner Ansicht zufolge nicht bloss Axencylinder, sondern eine Fortsetzung der ganzen dunkelrandigen Faser des Stieles und wird somit am besten den embryonalen Nervenfasern an die Seite gestellt. Ob dieselbe auch eine dünne Markschicht enthält oder nicht, scheint mir schwer zu entscheiden.

Ueber die *Pacini*'schen Körperchen der Gelenknerven besitzen wir eine sorgfältige Arbeit von *A. Rauber*, der zufolge dieselben an den Extremitätengelenken überall vorkommen und über Erwarten zahlreich sind. So zählte *Rauber* an den Fingergelenken im Ganzen 350 Körperchen, am *Carpus* und *Metacarpus* 50, am Handgelenke 4, am Ellbogengelenke 96, am Schultergelenke 8, an den Zahngelenken 200, am *Tarsus* und *Metatarsus* 60, am Fussgelenke 11, am Kniegelenke 19, am Hüftgelenke 5. Die Grösse dieser Körperchen ist unter der gewöhnlichen und schwankt zwischen 800—160 μ und ebenso ist auch der Bau mancher derselben einfacher und namentlich die Zahl der Kapseln oft gering.

§. 43.

Anderweitige Endigungen der Hautnerven. Ausser in den Gefühls- oder Terminalkörperchen finden sich noch zahlreiche andere Nervenendigungen in der Haut, unter denen die bemerkenswerthesten die sind, die an den Haarbälgen vorkommen, indem dieselben bei weitem die Mehrzahl aller Nervenenden in der Haut ausmachen. Dass die Haarbälge des Menschen Nerven und zwar dunkelrandige erhalten, welche oft vor dem Eindringen in Aeste sich spalten, habe ich schon im Jahre 1850 (Mikr. Anat. II. 1. S. 125) angegeben, dagegen ist es mir weder damals noch später gelungen, die eigentliche Art der Endigung zu sehen. Ebenso ist es auch *W. Krause* ergangen, der (Anat. Unt. S. 21) diese Nerven bestätigt, und selbst an den grossen Spürhaaren der Säuger, deren zierliche und reiche Nervennetze mit vielen Theilungen der Primitivfasern *Gegenbaur* beschrieben hat, liessen sich die letzten Nervenenden nicht auffinden. In den Haarpapillen haben weder ich und *Moleschott* und *Chapuis* beim Menschen, noch *Gegenbaur* und *Leydig* bei den Spürhaaren der Säuger Nerven zu finden vermocht.

Ausser an den Haarbälgen finden sich nun wohl noch unzweifelhaft Nerven an den glatten Muskeln der Haut, an denen ich sie in der Haut der Ratte gesehen habe, sowie an allen Drüsen (Schweissdrüsen z. Th. und Ohrenschmalzdrüsen), welche eine Muskellage besitzen, doch ist bis jetzt nur in Einem Falle von mir im Innern einer *Gl. ceruminosa* eine dunkelrandige Nervenfaser von 6,7 μ aufgefunden worden. Ob die Talgdrüsen und die nicht mit Muskeln versehenen Schweissdrüsen auch Nerven erhalten, ist unbekannt.

Von sensiblen Hautnerven, die nicht in Gefühlskörperchen oder Haarbälgen enden, ist vom Menschen wenig bekannt, immerhin kann hier noch einmal hervorgehoben werden, dass ich beim Menschen besonders in der Fusssohle Nerven in Papillen gesehen habe, in denen es durch kein Mittel gelang, Tastkörperchen aufzufinden. In der Hornhaut, deren äusserste Lage als ein umgewandelter Theil der äusseren Haut betrachtet werden kann, endigen die Nerven nach den Entdeckungen von *Hoyer* und *Cohnheim*, im Epithel selbst und bilden in demselben nach meinen Beobachtungen eine subepitheliale reiche Endverästelung mit Netzbildungen, von welcher aus feine noch weiter sich verästelnde Fäserchen zwischen den Epithelzellen in die Höhe dringen und in den oberflächlichsten Lagen derselben frei enden.

Die Untersuchungen über die Endigungen der sensiblen Haut- und Schleimhautnerven sind noch lange nicht abgeschlossen und mache ich hier, ohne auf die merkwürdigen Einrichtungen bei Wirbellosen näher einzugehen, noch auf Folgendes aufmerksam:

1) In der Haut kleiner Säugethiere (Maus, Ratte, Fledermaus, Spitzmaus) gehen wie ich schon vor langer Zeit bei der Maus gefunden (Zeitschr. f. w. Zool. VIII. Tab. XIV. Fig. 10) die dunkelrandigen Nervenfasern in blasse, netzförmig verbundene, kernhaltige Nervenfäden von 1 — 2 μ über, ganz ähnlich den embryonalen Nervenfasern im Schwanze der Froschlarven. Aehnliche Netze blasser feiner Nervenfädchen finden sich in der Haut des Frosches (*Axmann*, *ich*), in der *Cornea* (*ich*, *His*), in der Schlundschleimhaut von Fröschen und Tritonen (*Billroth*), in der ganzen *Mucosa* des *Tractus intestinalis* von Fröschen (*ich*), in der Haut von *Stomias* (*ich*), in der *Conjunctiva* des Menschen, Rindes, Kalbes, Schweines und Hundes (*J. Arnold*) und wird es somit wahrscheinlich, dass solche blasse Endnetze in der Haut und den Schleimhäuten von Wirbelthieren ganz allgemein verbreitet sind, in welcher Beziehung ich jedoch zu bemerken habe, dass es mir noch nicht gelungen, dieselben beim Menschen anderswo als in der *Conjunctiva bulbi* zu sehen.

2) Ob die genannten Netze blasser Nervenfädchen wirkliche Verbindungen einzelner Nervenfasern enthalten und ob dieselben die letzten Endigungen der betreffenden Nerven darstellen oder nicht, ist schwer zu entscheiden. Ersteres anlangend so habe ich in neuester Zeit die Nerven der *Cornea* nach *Cohnheim's* Vorgang an mit Chlorgold behandelten Stücken genauer untersucht und mich überzeugt, dass die meisten Theile des Netzwerkes sicher Bündelchen mehrerer feinster Primitivfasern (Axencylinder) sind, doch kommen schon in der Faserlage der Hornhaut da und dort feinste Balken des Netzes vor, an denen eine Zusammensetzung aus mehreren Fäserchen sich nicht nachweisen lässt und noch mehr ist diess in dem subepithelialen Endnetze der Fall, so dass ich geneigt bin mit *Cohnheim* wirkliche Faserverbindungen anzunehmen.

Die Frage zweitens ob die Netze Endnetze seien oder nicht scheint durch die neuesten Untersuchungen von *Hoyer* (Müll. Arch. 1866) und *Cohnheim* (Med. Centralblatt 1866. No. 26) eine unerwartete Beantwortung zu finden, indem sich ergibt, dass wenigstens in der Hornhaut die bisher bekannten Endnetze noch nicht die letzten Enden darstellen, vielmehr diese im Epithel zu suchen sind. — Da die Verhältnisse der Hornhautnerven beim Auge ausführlicher werden besprochen werden, so erwähne ich hier nur so viel, dass ich die Erfahrungen der genannten Forscher beim Menschen, Kaninchen, dem Meerschweinchen und dem Frosche im Wesentlichen bestätigt gefunden habe (Würzb. n. Z. B. VI.). Nach meinen Beobachtungen entsendet das oberflächlichste Hornhautnetz, das noch unterhalb der *Lamina elastica externa* liegt, von Stelle zu Stelle Aeste, welche die *Lamina elastica* durchbohren und an der Aussenfläche derselben zwischen ihr und dem Epithel in eine sehr reiche Ausbreitung feinster varicöser Fädchen zerfallen, die je nach den verschiedenen Geschöpfen bald mehr bald weniger Anastomosen darbieten. Von diesem schon ausserhalb der Fasersubstanz der Hornhaut gelegenen und doch subepithelialen Endnetze steigen dann zahlreiche einzelne varicöse Fädchen zwischen den Epithelzellen in die Höhe, verästeln sich hier nochmals mehr weniger reichlich und enden mit meist wagerecht verlaufenden Ausläufern zwischen den platten äussersten Epithelzellen frei entweder an der äussersten Fläche des Epithels oder nahe an derselben. — Findet sich somit an diesem Orte eine Endigung der sensiblen Nerven im Epithel, so ergibt sich die Möglichkeit eines ähnlichen Verhaltens auch an andern Orten. In der That hat auch schon *Hensen* für die Nerven im Schwanze der Froschlarven eine Verbindung mit den *Nucleolis* der Epithelzellen beschrieben (Virch. Arch. 31 St. 64), eine Angabe, die ich übrigens trotz vielfacher Versuche bisher nicht zu bestätigen im Stande war. Dagegen habe ich auch neuerdings wie schon früher in der Haut der Maus neben den Endnetzen auch von denselben abgehende Fasern gesehen, die an der äussersten Fläche der Cutis scheinbar frei endeten. Ein Eindringen in die Epidermis war ich bisher nicht nachzuweisen im Stande, doch fand ich in dieser zwischen den tiefsten Zellen der Schleimschicht in ziemlich regelmässigen Abständen besondere sternförmige Körper ähnlich sternförmigen Zellen, doch ohne nachweisbaren Kern, die vielleicht zu den Nervenenden gehören. Es erinnerten übrigens diese Körper auch an die oben St. 53 erwähnten verästelten Pigmentflecken der Epidermis, die ich neulich auch bei der Fledermaus sah, von denen Beziehungen zu den Nerven allerdings nicht bekannt, aber auch nicht unmöglich sind. — Bei weiteren Untersuchungen über die Nervenenden der Haut wird auf jeden Fall auch die Möglichkeit ins Auge zu fassen sein, dass die Nerven vielleicht mit gewissen zelligen Bestandtheilen im

Epithel zusammenhängen, wie diess von den Sinnesorganen und nach *A. Key* auch für die Geschmackswärzchen des Frosches nachgewiesen ist, und wie es *M. Schultze* für die Hautnerven von *Petromyzon* vermuthet. Die neuesten Angaben und Abbildungen von *Tomsa* über die Nervenenden in der Haut des Menschen sind mir vollkommen unverständlich und bin ich der Meinung, dass derselbe sehr veränderte Theile als natürliche beschrieben hat.

Ueber die Leistungen der verschiedenen sensiblen Nervenendigungen an den Haarbälgen, in den Endkolben, Tastkörperchen, *Pacini*'schen Körperchen und in der Haut ist es für einmal nicht möglich, etwas ganz Bestimmtes zu sagen. Nur so viel scheint mir sicher, dass weder der sogenannte Temperatursinn, noch der Druck- und Ortssinn oder das Gefühl für Schmerz an bestimmte Organe gebunden sind, vielmehr über die ganze Haut verbreitet vorkommen und sowohl an behaarten als an unbehaarten Stellen, an Orten, die Gefühlskörperchen enthalten oder derselben entbehren, sich finden. Es möchten daher die Unterschiede der Leistungen der verschiedenen Nervenenden mehr nur quantitative sein, was näher auszuführen der Physiologie überlassen werden muss.

B. Oberhaut.

§. 44.

Die Lederhaut ist an allen Stellen von einer gefäss- und nervenlosen, einzig und allein aus Zellen gebildeten, halbdurchsichtigen Haut, der Oberhaut, *Epidermis*, überzogen, die sich allen Vertiefungen und Erhabenheiten derselben genau anschmiegt und desswegen an ihrer innern Fläche das genaue Abbild der äussern Fläche der Lederhaut darbietet, in der Weise, dass, wo die letztere eine Erhabenheit zeigt, in ersterer eine gleichgeformte Vertiefung sich findet und umgekehrt. Auch an ihrer äussern Fläche wiederholt die Oberhaut in etwas die Gestalt der Lederhaut, indem wenigstens die bedeutenderen Erhebungen und Senkungen derselben, wie die Leisten der Handfläche und Fusssohle, die Furchen an den Gelenken, Muskelansätzen u. s. w. auch in ihr, die letztern selbst stärker sich ausprägen, während allerdings die Papillen gar kein oder ein kaum erkennbares Vortreten derselben bewirken.

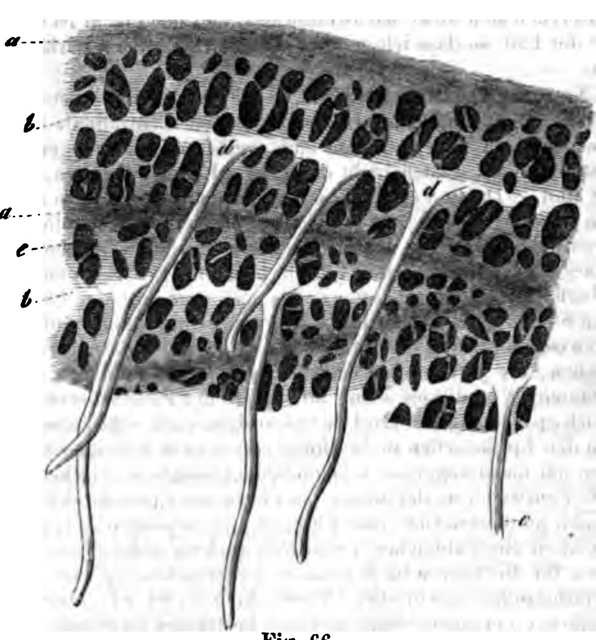


Fig. 66.

Die Oberhaut besteht aus zwei Lagen, die in chemischer und morphologischer Beziehung von einander abweichen und durch eine ziemlich scharfe Grenze von einander geschieden sind, nämlich aus der Schleimschicht und Hornschicht.

Fig. 66. Oberhaut der Handfläche von innen. *a.* Riffe entsprechend den Furchen zwischen den Cutisleistchen, *b.* solche entsprechend den Furchen zwischen den Papillenreihen, *c.* Schweisscanäle, *d.* breitere Ansatzstellen derselben an der Oberhaut, *e.* Vertiefungen für die einfachen und zusammengesetzten Papillen.

§. 45.

Die **Schleimschicht**, *Stratum Malpighii*, *Rete* oder *Mucus Malpighii* vieler Autoren, ist der innere, unmittelbar an die Lederhaut stossende, fast überall wellenförmig verlaufende Theil der Oberhaut, der an vielen Orten schon dem blossen Auge durch seine weissliche oder in verschiedenen Graden braune Farbe von der Hornschicht sich unterscheidet und durch weiche, leicht zerstörbare, eigenthümlich gelagerte, kleinere Zellen sich auszeichnet.

Die **Form** dieser Zellen, so wie ihre **Lagerung** sind nicht an allen Orten gleich. Die innersten derselben (Fig. 67 *b*), die ohne dazwischen gelagerte freie Kerne oder halbflüssige Substanz in einfacher Lage unmittelbar der freien Fläche der Lederhaut aufsitzen, sind **länglich**, wie Zellen des Cylinderepithelium und stehen senkrecht auf der Lederhaut; ihre Länge beträgt von 7—13μ, ihre Breite 5—6μ. Auf dieselben folgen an den meisten Gegenden unmittelbar länglichrunde oder selbst runde Zellen von 6—9μ in mehrfacher Schicht, nur an einigen Orten, wie der Hand und dem Fusse, am Rande der Lider, in der Schleimschicht der Nägel und Haare (siehe unten), sind hie und da zwischen die runden und länglichen Zellen noch eine, zwei und selbst drei Lagen gleichfalls länglicher und senkrecht stehender Elemente eingeschoben, so dass dann die Schleimschicht der mehrfachen senkrecht stehenden Zellenlagen wegen bei stärkeren Vergrösserungen in ihren tiefsten Lagen ein streifiges Ansehen erhält. Dieses Verhältniss fällt um so mehr ins Auge, als die übrigen Elemente der Schleimschicht, je weiter man dieselben von den ersten runden Zellen an nach aussen verfolgt, um so mehr in einer andern Richtung sich verschmälern, nämlich wagerecht sich abplatten (Fig. 67 *c*) und endlich in den obersten Schichten in 13—36μ breite und lange, 4—18μ dicke Bläschen sich umgestalten. Zugleich nehmen dieselben in Folge gegenseitigen Druckes eine mehr oder weniger **vieleckige** Gestalt an, die auch an den von einander gelösten Zellen zu erkennen ist.

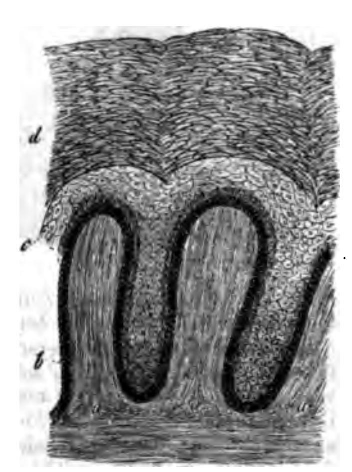


Fig. 67.

Alle Zellen der Schleimschicht stimmen in ihrem Baue im Wesentlichen überein und enthalten alle ein helles *Cytoplasma* mit einem Kern. Ihre Hülle ist blass, an den kleinsten oft schwer nachzuweisen, oft ganz deutlich, immer zart, an den grösseren stärker, jedoch bei weitem derjenigen der Zellen der Hornschicht nicht zu vergleichen. Der Inhalt ist, die gefärbte Oberhaut ausgenommen (siehe unten), regelrecht nie mit grösseren Gebilden, Körnern oder Fettropfen z. B., versehen, sondern feinkörnig mit verschieden deutlich ausgeprägten Körnchen, die ohne Ausnahme in den äusseren Zellen spärlicher werden. Der Kern endlich ist in den kleinsten Zellen klein (3—5μ), in den grösseren grösser (6—11μ), kugelig oder linsenförmig in den runden und abgeplatteten, länglich in den länglichen Zellen. In den grösseren Zellen erscheint er deutlich als Bläschen, oft mit einem *Nucleolus* und liegt genau in der Mitte; in den kleinern ist er dem Anscheine nach mehr körnig oder gleichartig, ohne sichtbaren *Nucleolus*, und so gelagert, dass er nicht selten die Zellenwände da oder dort berührt.

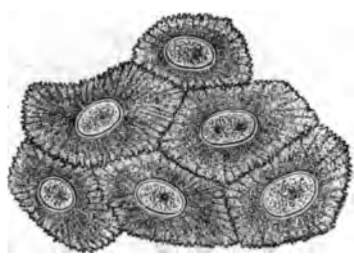
Die Zellen der Schleimschicht werden durch verdünnte kaustische Alkalien blass, quellen auf und lösen sich bald und zwar die tiefsten Lagen zuerst in eine schleimige

Fig. 67. Haut des Negers (vom Schenkel) im senkrechten Durchschnitte, 250mal vergr. *aa*. Cutispapillen, *b*. tiefste, stark gefärbte Lage senkrecht stehender länglicher Zellen der Schleimschicht, *c*. obere Schleimschichtlage, *d*. Hornschicht.

Masse auf. Essigsäure greift diese Zellen viel weniger an und ist besonders zur Untersuchung derselben zu empfehlen.

O. Schrön zerfällt nach dem Vorgange von *Oehl* die Schleimschicht in zwei Lagen, von denen er die äussere »*Stratum lucidum*« oder die Schicht von *Oehl* nennt. Mir scheint zu einer solchen Unterscheidung kein hinreichender Grund vorzuliegen, indem allerwärts die äussersten am meisten abgeplatteten und hellen Zellen der Schleimschicht ohne Grenzen in die tieferen Zellen übergehen.

Nachdem *Henle* früher und noch im Jahre 1858 (Jahresb. S. 26) behauptet hatte, dass die tiefste Lage der Epidermis nur aus einer Grundsubstanz und Kernen bestehe, gibt er in seiner neuesten Arbeit Splanchnologie S. 3) zu, dass dieselbe in einzelnen Fällen wohlausgebildete Zellen zeige. Diese Fälle sind nach meinen Erfahrungen so häufig, dass ich keinen Grund habe, die wenigen Ausnahmen zu betonen, in denen die Zellengrenzen minder deutlich sind, und wird wohl *Henle* sich veranlasst sehen, seine alte Annahme ganz zu verlassen. — *Rollett*, *Billroth* und *Henle* sprechen von einem Ineinandergreifen der Epidermis und Cutis in gewissen Fällen. Ich kenne diese Verhältnisse auch und deute sie, wie *Rollett*, so, dass kleine Fortsätze der tiefsten Schleimschichtzellen in Grübchen der Cutisoberfläche stecken. In neuester Zeit ist ein solches Ineinandergreifen durch kleine stachelähnliche Bildungen auch an den Zellen der Schleimschicht selbst wahrgenommen worden. Nachdem nämlich *O. Schrön* zuerst auf ein eigenthümlich gestreiftes Aussehen der oberflächlichen Theile der *Malpighi*'schen Zellen von geschichteten Epithelien und der Epidermis aufmerksam geworden war und dasselbe auf Porencanäle bezogen hatte (*Moleschott's* Unters. Bd. 9), zeigte *M. Schultze*, dass dieses Ansehen von kleinen Stacheln und Riffen ausgeht, welche die Oberflächen der Zellen besetzen und durch welche dieselben ähnlich wie die Linsenfasern gewisser Thiere fest ineinander eingreifen, in Folge welchen Nachweises er die fraglichen Zellen Stachel- und Riffzellen nannte (Med. Centralbl. 1864, Nr. 12, Virch. Arch. Bd. 30). — Ich kann eben wie *Bizzozero* diese Angaben bestätigen, habe jedoch zu bemerken: 1) dass beim Menschen die Fortsätze der Zellenoberflächen häufig viel weniger ausgeprägt sind, als die bisher gegebenen Abbildungen vermuthen lassen, wogegen dieselben allerdings in Epithelialkrebsen ausgezeichnet schön vorkommen; sowie 2) dass Riffzellen in mehr weniger bestimmter Andeutung auch in der Hornschicht der Epidermis nicht fehlen. Ferner mache ich darauf aufmerksam, das die von mir schon längst beschriebenen mit Leisten und Gruben versehenen Zellen des Blasenepithels (Mikr. Anat. II. 2, p. 366. Fig. 307) und der *Conjunctiva corneae* (Ibid. pg. 611) offenbar als einfachere Formen in dieselbe Abtheilung gehören.


Fig. 68.

§. 46.

Die Hornschicht, *Stratum corneum*, bildet den äussern halbdurchsichtigen, beim Weissen farblosen Theil der Oberhaut, der fast durchweg aus gleichmässig gebildeten, in Plättchen umgewandelten Zellen besteht. Die untersten Plättchen gleichen den obersten Zellen der Schleimschicht noch sehr, dagegen finden sich schon in der zweiten und dritten Lage die bedeutend abweichenden Epidermisschüppchen oder Hornplättchen. Dieselben (Fig. 69. 1, 2, 3) sind wirkliche Plättchen von mässiger Dicke, die in den unteren und mittleren Theilen der Hornschicht eine noch ziemlich regelmässige, 4-, 5-, bis 6eckige Gestalt, und glatte Flächen besitzen, in den oberen Lagen dagegen unregelmässige Umrisse annehmen, verschiedentlich sich krümmen und biegen und daher oft wie gerunzelt und gefaltet erscheinen. Diese Plättchen

Fig. 68. Einige Zellen der mittleren Lagen des Epithels der menschlichen Zunge, die durch Stachelchen und Riffe ineinandergreifen Vergr. 570.

ganz abgeplattete und mit einer ganz geringen Menge eines zähen Inhaltes
ellen und nicht, wofür ihr Ansehen zuerst spricht, als gleichartige, durch-
nselben Stoffe gebildete Plättchen
werden, denn sie quellen durch
schiedener Reagentien, nament-
ssigsäure und von kaustischem
atron auf und nehmen die Ge-
läschen an (Fig. 70.); hierbei
h auch ersichtlich, dass in man-
ben, namentlich in den mittleren
ı Theilen der Hornschicht noch
ımerter Kern in Gestalt eines
chartigen, rundlichen oder läng-
erchens von 6—9 μ Länge und
ite vorkommt, das, besonders
e gesehen, seiner alsdann dunkle-
wegen leichter zu erkennen ist.
bia majora (innen) und *minora*,
der *Glans penis* und dem *Prae-*
en) sind diese Kerne in allen
orhanden (Fig. 69. 4). — Die
lättchen der gewöhnlichen Horn-
wankt von 18—44 μ und misst
2—35 μ.
nd das *Stratum Malpighii*, die
ellenlagen ausgenommen, nur
geschichtet ist, findet sich in
hicht durchweg eine deutliche
ng in der Weise, dass ihre
urch Aneinanderlagerung in der
je nach der Dicke der Horn-
schiedene Zahl von Blättern bil-
37). Von diesen Blättern, die
als scharf von einander getrennte
llenlagen gedacht werden dürfen, sondern in der Fläche unter sich zu-
gen und nur zu mehreren, namentlich leicht an gekochter und erweichter
nit dem Messer darzustellen sind, zeigen die innersten eben so wie das
ılpighii in toto betrachtet, überall wo Papillen sich finden, einen **wellen-**
Verlauf, springen an den Spitzen der Papillen nach aussen vor und sen-
ischen dieselben nach innen ein. In besonders ausgezeichnetem Grade hat
n den Stellen statt, wo sehr entwickelte Papillen und ein nicht zu dickes
hii sich finden, besonders an der Handfläche und Fusssohle, indem hier
igur bei den Schweissdrüsen) die Hornschicht so tief zwischen die Papil-
t, dass ihre untersten Zellen in einer Linie mit der halben Höhe der Papil-
wo die Papillen kleiner sind, senkt sich die Hornschicht weniger zwischen
nein oder liegt selbst ganz eben auf dem *Stratum Malpighii*, was auch da

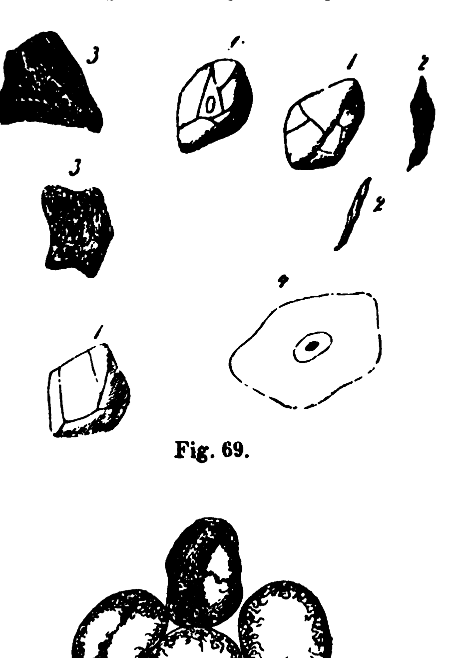


Fig. 69.

Fig. 70.

. Hornschichtplättchen des Menschen, 350mal vergr. 1. Ohne Zusätze von der
s mit einem Kern. 2. Von der Seite. 3. Mit Wasser behandelt, körnig und
Kernhaltiges Plättchen, wie sie an der Aussenseite der *Labia minora* und an der
vorkommen.

. Mit *Kali conc.* gekochte und aufgequollene Hornplättchen mit theilweise und
stem Inhalt, 350mal vergr.

8*

der Fall ist, wo die Papillen fehlen. Demnach ist die Grenzlinie zwischen Hornschicht und *Stratum mucosum* auf senkrechten Schnitten bald eine gerade, bald eine Wellenlinie mit niedrigeren oder höheren Erhebungen und Senkungen. Die übrigen Theile der Hornschicht nehmen, je weiter sie von der Schleimschicht sich entfernen, einen um so weniger gebogenen Verlauf an, doch kann man nicht bloss an Hand und Fuss, wo bekanntlich die Leistchen des Corium auch äusserlich an der Oberhaut ausgeprägt sind, sondern auch noch an manchen andern Orten, an senkrechten Schnitten, in den obersten Lagen einen leicht welligen Verlauf der Blätter wahrnehmen, und schon an den einzelnen Erhebungen die Stellen ersehen, wo in der Tiefe Papillen sitzen. — In den einzelnen Lamellen stehen die Plättchen zum Theil regellos, zum Theil, wie um die Ausführungsgänge von Drüsen und Haarbälgen und an der Handfläche und Sohle auch um die Papillen herum, kreisförmig angeordnet, wie am leichtesten an den Mündungen der Schweissdrüsen zu sehen ist.

§. 47.

Die Farbe der Epidermis anlangend, so ist, wie schon erwähnt, beim Weissen die Hornschicht durchscheinend und farblos oder leicht ins Gelbliche spielend, die Schleimschicht gelblichweiss oder verschiedentlich bräunlich gefärbt. Am tiefsten bis zum schwarzbraunen gehend ist die Färbung im Warzenhofe und an der Brustwarze, vor Allem beim Weibe zur Zeit der Schwangerschaft und bei Frauen, die schon geboren, schon weniger an den *Lab. majora*, dem *Scrotum* und *Penis*, wo dieselbe übrigens sehr wechselt, bald fast ganz fehlt, bald sehr deutlich ist, am bedeutendsten in der Achselhöhle und um den *Anus* herum. Ausser an diesen Stellen, die bei den meisten Menschen mehr oder weniger, bei dunkler Hautfarbe mehr als bei heller, gefärbt sind, lagert sich dann an verschiedenen andern Orten, bei Schwangern in der *Linea alba* und im Gesicht (rhabarberfarbene Flecken), bei Individuen, die den Sonnenstrahlen ausgesetzt sind, an den unbedeckten Hautstellen, endlich bei solchen mit dunkler Hautfärbung fast über den ganzen Körper ein stärkerer oder schwächerer, oft sehr dunkler Farbstoff an, der ebenfalls im *Stratum Malpighii* wurzelt. Der Sitz dieser Färbungen sind nicht besondere Pigmentzellen, sondern die gewöhnlichen Zellen der Schleimschicht, um deren Kerne ein feinkörniger oder mehr gleichartiger Farbstoff oder wirkliche Pigmentkörnchen abgelagert sind. Bei leichten Färbungen der Haut sind meist nur die Kerngegenden und zwar nur die der alleruntersten Zellenschicht betheiligt, so dass man auf senkrechten Hautschnitten die Papillen von einem gelblichen Saume begrenzt findet (S. m. Mikr. Anat. Taf. I. Fig. 2); dunklere Färbungen werden theils dadurch hervorgebracht, dass die Färbung auf 2, 3, 4 und mehr Zellenschichten und auf den ganzen Zelleninhalt sich erstreckt, theils beruhen sie auf dunkleren Ablagerungen in der tiefsten Zellenschicht, welche beiden Verhältnisse gewöhnlich mit einander vereint sind. Auch die Hornschicht der gefärbten Hautstellen ist nach *Krause* in den Wandungen der Zellen leicht gefärbt, was sich jedoch nur bei ihrer Vergleichung mit derjenigen ungefärbter Hauttheile und nur an stärker gefärbten Stellen zeigt. Beim Neger und den übrigen farbigen Menschenstämmen ist es ebenfalls nur die Oberhaut, welche gefärbt ist, während die Lederhaut sich ganz wie beim Europäer verhält, doch ist der Farbstoff viel dunkler und ausgebreiteter. Beim Neger (Fig. 67. Mikr. Anat. Taf. I. Fig. 4. *a*), bei dem sich die Epidermis in Bezug auf Anordnung und Grösse ihrer Zellen ganz wie beim Europäer verhält, sind die senkrecht stehenden Zellen der tiefsten Theile der Schleimschicht am dunkelsten, dunkelbraun oder schwarzbraun und bilden einen scharf gegen die helle Lederhaut abstechenden Saum. Dann kommen hellere, jedoch immer noch braune Zellen, welche besonders in den Vertiefungen zwischen den Papillen stärker angehäuft sind, jedoch auch an den Spitzen und Seitentheilen derselben in mehreren Lagen sich finden, endlich folgen an der Grenze gegen die Hornschicht braungelbe oder gelbe, oft ziemlich blasse, mehr

rchscheinende Lagen. Alle diese Zellen sind mit Ausnahme der Hüllen durch und rch gefärbt und zwar vor Allem die um die Kerne gelegenen Theile, welche in den ieren Zellenschichten weitaus die dunkelsten Gegenden der Zellen sind. Auch die rnschicht des Negers hat einen Stich ins Gelbe oder Bräunliche. — In der gelblich ärbten Haut eines Malaienkopfes der anatomischen Sammlung in Würzburg finde i dasselbe, was ein dunkelgefärbtes *Scrotum* eines Europäers darbietet. — Demzu-ge unterscheidet sich die Oberhaut der gefärbten Racen in nichts Wesentlichem von jenigen der gefärbten Stellen der Weissen und stimmt selbst mit der Haut einzelner genden (Warzenhof namentlich) fast ganz überein.

§. 48.

Die Dicke der gesammten Oberhaut schwankt zwischen 30 μ und 75 mm, was besonders von der wechselnden Mächtigkeit der Hornschicht abhängt, d beträgt an den meisten Orten zwischen 50—220 μ.

Das Verhältniss der Schleimschicht nnd Hornschicht zu einander anbe-gend, so finde ich an den einen Gegenden die erstere regelmässig dicker als die tere, und zwar im Gesicht an allen Stellen, an der behaarten Kopfhaut, am *Penis*, r Eichel, dem *Scrotum*, der Brustwarze und Brusthaut beim Manne, an den grossen d kleinen Schamlippen, am Rücken und Halse. Die Dicke überhaupt schwankt beim *ratum Malpighii* (an der Grundfläche der Papillen) zwischen 16—360 μ: da, wo selbe stärker ist als die Hornschicht, misst es im Mittel 90 μ, wo es schwächer ist, —40 μ. Die Hornschicht misst auf der einen Seite an vielen Orten nur 11 μ, an dern bis 2 mm und darüber; wo sie das *Stratum Malpighii* übertrifft, beträgt sie ist 220—900 μ wo sie demselben nachsteht, 20 μ.

§. 49.

Wachsthum, Wiedererzeugung und Entwickelung der Ober-ut. Obschon die Oberhaut wie alle Epidermisgebilde eigentlich eine unveränder-he Bildung ist, so zeigt sie doch zu allen Zeiten da oder dort, in grösserem oder ringerem Maassstabe, Wachsthums - oder besser ausgedrückt Regenerationserschei-ngen zum Ersatze ihrer zufällig verloren gehenden äusseren Lagen. Hierbei findet h unzweifelhaft eine Vermehrung der Elemente der Schleimschicht durch fortgesetzte eilungen, während die oberflächlichsten Schleimschichtlagen fortwährend in Elemente r Hornschicht sich umwandeln. doch ist das Genauere in Betreff dieser Vorgänge bis-hin noch wenig bekannt, obschon es wahrscheinlich ist, dass es vor Allem die tiefsten glichen Zellen der Schleimschicht sind, die durch Quertheilung sich vermehren.

Die Oberhaut entwickelt sich aus dem Hornblatte der Embryonalanlage und be-ht beim Menschen schon in der 5. Woche aus zwei Zellenlagen, den ersten Andeu-gen des *Rete Malpighii* und der Hornschicht. In weiterer Entwickelung nimmt die tere Lage durch Vermehren ihrer Elemente immer mehr an Dicke zu, während zu-ich ihre äussersten Zellen immerfort in Hornplättchen sich umwandeln. Die Aus-hnung der Oberhaut in der Fläche anlangend, so ergiebt sich, wie *Harting* (Rech. crometr. p. 47) richtig bemerkt, daraus, dass die Epidermiszellen des Fötus und wachsenen in der Grösse sehr wenig abweichen, dass dieselbe nur dem geringsten eile nach auf Rechnung der Vergrösserung ihrer Elemente zu setzen ist. Es bleibt mnach nichts anderes übrig, als entsprechend dem grossen Flächenwachsthume der tis, auch ein solches bei der Epidermis anzunehmen, in welchem Falle die Horn-hichtlagen, bei denen an eine selbständige Vermehrung ihrer Elemente nicht gedacht rden kann, auch in der nachembryonalen Zeit eine Reihe von Abschuppungen zeigen üssten, wie solche während des Embryonallebens von mir nachgewiesen worden sind (Mikr. Anat. II. 1. §. 21).

In der tiefen Hautfalte, die die *Glans penis* und *clitoridis* umgibt, hat eine beständige Abstossung und Neuerzeugung der hier weichen und kernhaltigen Epidermisschüppchen statt, wodurch eine besondere Absonderung, die Vorhautschmiere, *Smegma praeputii*, erzeugt wird, an deren Bildung übrigens, wenigstens beim Manne, auch noch die Abscheidung der Talgdrüsen der Vorhaut (s. unten) sich betheiligt. Eine Häutung oder Abstossung der gesammten Hornschicht der Oberhaut in ausgedehnterem Grade, wie sie beim Embryo und bei vielen Thieren vorkommt, findet sich beim Menschen, ausser bei gewissen Krankheiten, nicht. Dagegen zeigt sich die Wiedererzeugungsfähigkeit derselben auch noch in anderer als in der oben geschilderten Weise. Ausgeschnittene Oberhautstückchen nämlich ersetzen sich sehr leicht und ziemlich rasch, sobald die Lederhaut nicht verletzt ist, und zwar nicht durch unmittelbare Ablagerung von Oberhaut in die Wunde, sondern nur durch Nachwachsen der ganzen Oberhaut aus der Tiefe. Ist die Lederhaut mit verletzt, so bildet sich zwar auf der sie ersetzenden Narbensubstanz wieder eine Oberhaut, allein ohne die frühern Furchen und Erhabenheiten an der innern und äussern Oberfläche, weil auch die neue *Cutis* keine Papillen und Leistchen besitzt. Ist die Oberhaut durch scharfe Substanzen, *Tartarus stibiatus* z. B., kurze Einwirkung höherer Wärmegrade u. s. w. in Blasen abgehoben, so heilt die Wand der letzteren, welche aus der Hornschicht und einigen Zellenlagen der Schleimschicht besteht, nie mehr an, sondern es bildet sich nach und nach aus der Hauptmasse der Schleimschicht, die meist auf den Papillen liegen bleibt, eine neue Hornschicht. Pathologische Verdickungen der Epidermis sind äusserst häufig (bei Hühneraugen, Schwielen, Ichthyosis, Hauthörnern u. s. w.) und kann dieselbe in solchen Fällen eine mächtige Dicke und einen besonderen, namentlich einen mehr faserigen Bau erlangen.

Die Art und Weise, wie das Wachsthum und die Regeneration der Epidermis beim Menschen und Säugethieren sich macht, ist noch nicht hinreichend verfolgt, ist es jedoch erlaubt aus der Erfahrung über die Epidermis von Amphibien und die geschichteten Epithelien (*Conjunctiva*) einen Schluss abzuleiten, so wären die tiefsten senkrechten Zellen des *Rete Malpighii* als die Hauptheerde der Zellenvermehrung zu bezeichnen, in welcher Beziehung vor allem auf die Untersuchungen von *A. Schneider* zu verweisen ist (Würzb. naturw. Zeitschr. Bd. 3. St. 105).

In neuester Zeit hat *O. Schrön* eine eigenthümliche Ansicht über die Bildung der Hornschicht der Epidermis aufgestellt, wornach diese von den Schweissdrüsen und vielleicht auch von den Talgdrüsen d. h. durch Ausscheidung von Hornzellen aus denselben gebildet werden soll. Ich kenne keine Thatsache, die bewiese, dass solche Drüsen normal Hornzellen ausscheiden. Ferner ist die Hornschicht der Epidermis beim Embryo vorhanden, bevor die Schweissdrüsen ausgebildet sind. Dann gibt es Theile ohne Schweissdrüsen, die doch eine Hornschicht haben. Endlich entstehen alle grösseren Horngebilde (Nägel, Haare, Federn, Hörner, Schuppen etc.) ohne Vermittelung von Drüsen, Organe, die unmöglich mit der Hornschicht nicht in Eine Linie gestellt werden können, wie diess *Schrön* z. Th. versucht.

Das Pigment des *Rete Malpighii* entsteht bei den gefärbten Menschenracen wie bei den Europäern erst nach der Geburt, doch färben sich bei ersteren (Neger), die Ränder der Nägel, der Warzenhof und die Zeugungstheile schon bis zum dritten Tage und am 5. und 6. Tage verbreitet sich die Schwärze über den ganzen Körper.

Zur Untersuchung der Haut dienen vorzüglich senkrechte und wagerechte Schnitte frischer, getrockneter und gekochter Präparate. Die Oberhaut löst sich durch Erweichung in Wasser, durch Kochen, und, wo sie nicht dick ist (Genitalien z. B.), auch durch Essigsäure und Natron in grossen Fetzen und leicht von der Lederhaut, so dass dann ihre untere Fläche und die Papillen des *Corium* aufs Schönste zur Anschauung kommen und die letztern auch frei für sich oder in einzelnen Gruppen zu erforschen sind. An frischer Haut ist ihre Stellung und Zahl an Flächenschnitten, die durch die Papillen und tiefen Oberhautlagen gehen, schnell und leicht zu erkennen. Ihre Gefässe erforscht man an dünnen Hautstellen (Genitalien, Lippen) im frischen Zustande oder mit denen der übrigen Haut an eingespritzten Stücken, ihre Nerven an senkrechten Schnitten, an blossgelegten Papillen oder in dünnen Hautflächen (*Praeputium*, *Glans*, Augenlider, *Conjunctiva bulbi*) nach Zusatz von Essigsäure und verdünntem *Natron causticum* oder nach *Gerber's* und *Krause's* Methode. *Gerber* kocht die Haut durchscheinend, legt sie einige Stunden in Terpentinöl, bis die Nerven weiss und glänzend sind, und untersucht dieselben dann an mit dem Doppelmesser geschnittenen feinen, senkrechten Scheiben. Nach *Krause* sieht man die Nerven sehr gut nach Behandlung der Haut mit Salpetersäure, wenn man das rechte Maass der Einwirkung

troffen hat. Für die Endkolben empfehlen sich theils ganz frische, theils einige Tage in sigsäure durchsichtig gemachte Stücke am besten der *Conjunctiva*. An den Tastkörpern blossgelegter Papillen zeigt *Natron caust. dilutum* die Nerven auf kurze Zeit ganz schön, ch ist Essigsäure im Allgemeinen mehr zu empfehlen, da sie diese Theile weniger angreift d auch die Kerne der Hülle und das Neurilem des Nerven zeigt. Vor Allem empfehle ich die ır verdünnte Essigsäure (4—8 gtt. *Ac. ac. concentr.* auf 100 Ctm. Wasser) zur Untersuchung r blassen Nervenenden, dann die Methode von *Cohnheim* für die Nerven der Hornhaut d der Schwänze von Froschlarven d. h. Einlegen der Theile auf 1 Stunde in Goldchlorid n ½ %, worauf dieselben in destillirtem Wasser dem Lichte ausgesetzt werden. Die nsten Axencylinder werden hierbei durch Goldniederschläge violett bis schwarz, doch irt, dass auch Epithelien und Bindegewebskörperchen sich färben. *Pacini*'sche Körrchen untersucht man am besten aus dem *Mesenterium* der Katze ohne alle Zusätze und ch, für die Hüllen, nach Behandlung mit Essigsäure, doch sind sie auch beim Menschen ht schwer zu erhalten und im Innern ziemlich klar. Das elastische Gewebe der Haut tritt rch Essigsäure, Natron und Kali sehr schön hervor. Die glatten Muskeln sind in der *Tunica rtos* leicht darzustellen, schwieriger am *Penis* und im Warzenhofe, wo man schon besser t ihnen vertraut sein muss, um sie in allen Fällen mit blossem Auge zu erkennen; an den arbälgen sieht man sie mit dem Mikroskope, wenn man einen Balg mit den dazu gehöıden Talgdrüsen für sich dargestellt hat, namentlich nach Anwendung von Essigsäure, kleine Bündel neben und vor den Talgdrüsen und am besten und sehr leicht an senkhten Schnitten gekochter Haut. Die Untersuchung der Fettzellen ist besonders bei magern lividuen lohnend, allwo man ihre Hüllen und Kerne leicht sieht; sonst stellt man erstere rch Ausziehen des Fettes mit Aether leicht dar, schwierig die Kerne, die man aber mehr fällig hie und da auch an gefüllten Zellen sieht. Die Oberhaut muss in ihrer *Malpighi*'schen hicht vorzüglich frisch und mit Essigsäure und verdünntem Natron auf feinen senkrechten hnitten erforscht werden, die Hornschicht vor Allem durch Zuziehung von Alkalien in ıkrechten und Flächenschnitten, doch lösen sich ihre Elemente auch schon nach einigem weichen im Wasser von einander und sind für den Geübten auch an frischen Schnitten von r Seite und der Fläche zu erkennen. Die Stachel- oder Riffzellen sieht man schon an feinen hnitten frischer Epidermis und isolirt dieselben leicht in *M. Schultze's Iodserum* (*Liq. nnii* mit etwas *Iod*).

Literatur der Haut. *Gurlt*, Vergl. Unters. über die Haut des Menschen und der ussäugethiere etc. in *Müll.* Archiv 1835, p. 399; *Raschkow, Meletemata circa mammal. ntium evolut.* Vrat. 1835; *Simon*, Ueber die Structur der Warzen und über Pigmentbilng in der Haut, in *Müll.* Arch. 1840, p. 167; *Krause*, Artikel »Haut« in *Wagner's* Handw. r Physiol. II, 1844, p. 127; *Kölliker*, Zur Entwickelungsgeschichte der äussern Haut in itschr. für wiss. Zool. Bd II. p. 67; histiologische Bemerkungen ebend. Bd. II. p. 118; *Langer*, Zur Anatomie und Phys. d. Haut im Wiener Sitzungsber. Bd. 44 und 45; *Eyndt, De musculis organicis in cute humana obviis. Dorp. Liv.* 1850; *J. Lister*, *Obs. on muscular tissue of the skin in Quart. Journ. of micr. science* 1853; *Sappey* in *Gaz. med.* 63. No. 24 (Hautmuskeln); *E. Oehl, Indagini di Anat. micr. per servire allo studio dell idermide e della cute palmare. Milano* 1857. *con* 8 *tavole*; *Leydig*, Ueber die äuss. Beckungen d. Säugethiere in *Müll.* Arch. 1859, p. 677; *O. Schrön*, *Contrib. alla Anatomia : della cute umana Torino e Firenze* 1865. Ueber die Tastkörperchen vergl. man *R. 'agner*, in Allg. Augsb. Zeit. Jan., Febr. 1852; Gött. Nachr. 1852, Nr. 2; *Müll.* Arch. 52. p. 493; *Kölliker*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. IV. p. 1 u. Bd. VIII; *G. Meissner*, iträge zur Anatomie u. Phys. der Haut. Leipz. 1853; *Gerlach* in Ill. med. Zeit. II. Heft 2; *cker, Icon. phys. Tab. XVII*; *Huxley* in *Microsc. Journ. Vol. II. p.* 3; *Leydig* in *ill.* Arch. 1856; *W. Krause*, Die Terminalkörperchen der einfach sensiblen Nerven, unnover 1860, und Anatom. Unters. 1861; im ersten Werke ist die gesammte Literatur der fühlskörperchen so verzeichnet, dass weitere Anführungen hier überflüssig sind. — Ueber e *Pacini*'schen Körperchen allein geben besonders Aufschluss *Pacini, Nuovi orni scoperti nel corpo umano. Pistoja* 1840; *Henle* und *Kölliker*, Ueber die *Pacini*'schen örperchen des Menschen und der Thiere Zürich 1844; *Herbst*, Die *Pacini*'schen Körp. u. re Bedeutung. Gött. 1847; *Will* in Sitzungsber. d. Wien. Akad. 1850; *Leydig* in Zeithrift f. wiss. Zool. V. 75; *Kölliker*, Ibid. S. 118; *Keferstein* in Gött. Nachr. 1858.). 8. Von neueren Arbeiten behandeln die Nervenendigungen in der Haut und die

Gefühlskörperchen überhaupt: *C. Lüdden* in Zeitschr. f. w. Zool. XII. p. 470; *J. Arnold* in *Virchow's* Arch. 24, p. 250; 27, p. 399; *W. Krause* in Gött. Nachr. 1863, No. 9; *W. Engelmann* in Zeitschr. f. w. Zool. XIII. p. 475; *H. Hoyer* in *Müll.* Arch. 1864, p. 213; 1865, p. 207; *G. v. Ciaccio* in Med. Centralbl. 1864, No. 26; *A. Rauber, Vater*'sche Körperchen der Bänder und Periostnerven. München 1865 Diss.; *M. Szabodföldi* in *Moleschott's* Unters. Bd. IX. p. 624. Von den Stachelzellen der Epidermis handeln: *O. Schrön* in *Moleschott's* Unters. IX. p. 93; *M. Schultze* im Med. Centralblatt 1864, No. 12,17; *Virchow*, Ebend. No. 15,19; *M. Schultze* in *Virch.* Arch. XXX.; *G. Bizzozero* in *Ann. univ. di Med.* Oct. 1864. Ausserdem berücksichtige man besonders die Werke von *Simon* (Die Hautkrankheiten durch anatomische Untersuchungen erläutert, 2. Aufl. Berlin 1851); *v. Bärensprung* (Beiträge zur Anat. und Pathol. der menschl. Haut, 1848; und *Krämer* (Ueber Condylome und Warzen, Göttingen 1847). Abbildungen geben *R. Wagner, Icon. phys.*; *Berres, Tab. VI. VII. XXIV*; *Arnold, Icon. org. sens. Tab. XI*; *Hassall, Tab. XXIV. XXVI. XXVII*; ich selbst (Mikr. Anat. Taf. I.) und *Ecker, Icon. phys. Taf. XVII.*

II. Von den Nägeln.

§. 50.

Die Nägel, *Ungues*, sind nichts als eigenthümlich umgewandelte Epidermistheile und zerfallen wie diese in zwei Lagen, in eine weiche Schleimschicht und in eine Hornschicht oder den eigentlichen Nagel.

Die Lederhautstelle, auf welcher der Nagel aufsitzt, oder das Nagelbett entspricht in seiner Gestalt demselben genau, ist länglich viereckig in der Mitte gewölbt, nach vorn und hinten und besonders nach den Seiten sich abdachend. Sein vorderer und mittlerer Theil liegen, wenn der Nagel sammt der Oberhaut durch Erweichen in Wasser entfernt ist, frei zu Tage, seine Seitenränder und sein hinterster Abschnitt dagegen sind von einem vorn niedrigen und abgerundeten, hinten scharfen und längern Vorsprunge der *Cutis*, dem Nagelwalle, überwölbt, der in Verbindung mit dem Nagelbette eine Falte, den Nagelfalz, bildet, welche die Seitenränder und mit ihrem 1—7 mm tiefen hintersten Theile die Wurzel des Nagels aufnimmt (Figg. 71. 73).

Das Nagelbett besitzt an seiner Oberfläche eigenthümliche, denen der Handfläche und Fusssohle ähnliche Leistchen (Fig. 71*a*). Dieselben beginnen im Grunde des Nagelfalzes am hintern Rande des Nagelbettes und gehen, wie *Henle* (p. 270) richtig bemerkt, fast wie von einem Puncte von der Mitte desselben aus. Die mittleren ziehen gerade nach vorn, die seitlichen beschreiben zuerst einen Bogen, der um

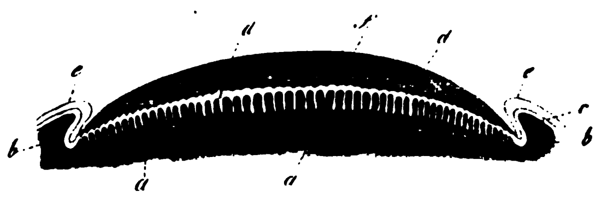


Fig. 71.

so stärker ist, je weiter nach aussen die Leistchen liegen und wenden sich dann ebenfalls nach vorn. In einer Entfernung von 5,6—7,8mm von ihrem Ursprunge werden

Fig. 71. Querschnitt durch den Nagelkörper und das Nagelbett, etwa 8mal vergr. *a*. Nagelbett mit seinen Leistchen (schwarz). *b*. Lederhaut der seitlichen Theile des Nagelwalles. *c*. *Stratum Malpighii* von ebendaselbst. *d*. *Stratum Malpighii* des Nagels mit seinen Leistchen (weiss). *e*. Hornschicht am Nagelwalle. *f*. Hornschicht des Nagels oder eigentliche Nagelsubstanz mit kurzen Zacken an der untern Fläche.

dieselben alle auf einmal höher und vorspringender und gestalten sich zu wirklichen Blättern von 56—225 μ Höhe, die geraden Weges bis fast zum vordersten Rande des Nagelbettes verlaufen und dann wie abgeschnitten enden. Die Grenze zwischen den Leistchen und Blättern hat die Gestalt einer nach vorn gebogenen Linie, die das Nagelbett in zwei, auch durch Färbung und Grösse verschiedene Abschnitte theilt, von denen der hintere kleinere, grösstentheils vom Nagelwalle bedeckte und blassere die Nagelwurzel, der vordere grössere und röthlich gefärbte den Nagelkörper aufnimmt. Leistchen und Blätter des Nagelbettes, deren Zahl zwischen 50 und90 schwankt, sind an ihrem Rande mit Einer Reihe kurzer, nach vorn gerichteter Papillen von 18—36 μ besetzt, welche jedoch nach *Reichert* und *Ammon* an den hintersten und mittleren Theilen der eigentlichen Blätter auch fehlen können oder ziemlich weit auseinanderstehen (*R. Wagner*). Ausserdem zeigen sich, wie ich mit *Henle* finde, im Grunde des Nagelfalzes einige quere Falten mit stärkeren nach vorn gerichteten Papillen von 160—220 μ; ferner vorn, wo die Blätter aufhören, ebenfalls lange, einzeln stehende Papillen. — Am Nagel der kleinen Zehe stehen die Papillen häufig nicht auf Leistchen, sondern mehr zerstreut. Der Nagelwall besitzt auf seiner unter Fläche keine Leistchen und selten hie und da eine Papille. Diese beginnen wieder ziemlich lang an seinem Rande und gehen von da auf seine obere Fläche über, welche in Nichts von der *Cutis* des Rückens der Finger und Zehen verschieden ist.



Fig. 72.

Die Lederhaut des Nagelwalles und Nagelbettes ist derb, auch in der Tiefe fettarm und in den Leistchen und Blättern sammt ihren Papillen reich an feinen elastischen Fasern. Die Gefässe sind besonders im vordern Abschnitte des Nagelbettes zahlreich, hinten, wo die Nagelwurzel aufliegt, und am Nagelwalle spärlicher; ihre Capillaren von 11—18 μ finden sich am Rande der Blätter, gehen, wo die Papillen derselben entwickelter sind, auch in diese ein und bilden die einzelnen Capillaren oft mehrere Schlingen (Fig. 72). Die Nerven verhalten sich in der Tiefe wie in der Haut, dagegen habe ich bis dahin weder Theilungen noch Endigungen an ihnen sehen können und überhaupt, wie auch *R. Wagner*, in den Blättern noch keine Nerven gefunden.

Am Nagel selbst unterscheidet man die Wurzel, den Körper und den freien Rand (Fig. 73). Die weichere Wurzel (Fig. 73. *l.*) entspricht in ihrer Ausdehnung dem hintern Leistchen tragenden Theile des Nagelbettes, steckt entweder

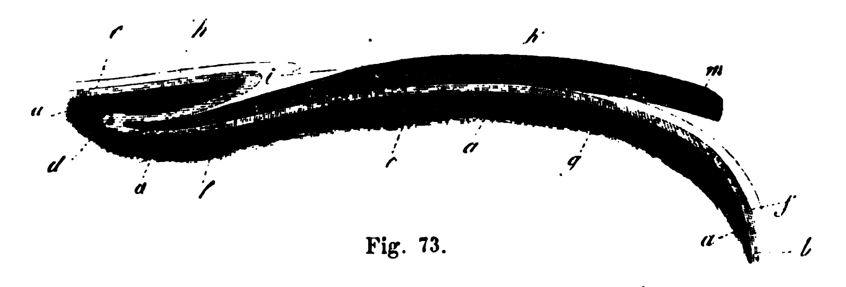


Fig. 73.

Fig. 72. Capillaren des Nagelbettes nach *Berres*.

Fig. 73. Längsschnitt durch die Mitte des Nagels und Nagelbettes, ungefähr 8mal vergr. *a.* Nagelbett und *Cutis* von Fingerrücken und Fingerspitze, *b.* Schleimschicht der Fingerspitze, *c.* des Nagels, *d.* des Grundes des Nagelfalzes, *e*, des Fingerrückens, *f.* Hornschicht der Fingerspitze, *g.* Beginn derselben unter dem Nagelrande, *h.* Hornschicht des Fingerrückens, *i.* Ende derselben auf der obern Fläche der Nagelwurzel, *k.* Körper, *l.* Wurzel, *m.* freier Rand der eigentlichen Nagelsubstanz.

ganz in dem Nagelfalze oder liegt — manchmal auch am Daumen, andre Male an den drei ersten, ja selbst an allen fünf Fingern — mit einer kleinen halbmondförmigen Fläche, dem Möndchen (*Lunula*), frei zu Tage. Ihr hinterer Rand ist zugeschärft, leicht aufwärts gebogen und der dünnste und zugleich biegsamste Theil des Nagels. Der von hinten nach vorn an Dicke und Breite zunehmende harte Körper (*k*) liegt mit seiner obern Fläche grösstentheils frei zu Tage, mit den etwas zugeschärften dünnen Rändern in den Seitentheilen des Nagelfalzes und mit der untern Fläche auf dem vordern Abschnitte des Nagelbettes; der freie Rand endlich (*m*) ist an beschnittenen Nägeln gerade nach vorn gerichtet, soll dagegen im entgegengesetzten Falle sich um die Fingerbeere nach unten krümmen und mit dem übrigen Nagel zusammen eine Länge von 5 Cm. erreichen.

Die untere Fläche des Nagelkörpers und der Wurzel entspricht in ihrer Gestalt genau dem Nagelbette und es finden sich daher an derselben ebenfalls Blätter und Leistchen, so wie Furchen in ähnlicher Anordnung wie auf dem Nagelbette, nur ist der Rand der Blätter hier nicht mit Papillen besetzt, sondern geradlinig, dagegen die Furchen, statt wie am Nagelbette mit ebenem Grunde, zur Aufnahme der Papillen mit seichten Grübchen versehen. Indem die beiderseitigen Erhabenheiten und Vertiefungen ineinandergreifen, wird eine innige Verbindung des Nagels mit der *Cutis* hervorgebracht, die dadurch noch fester wird, dass auch der Nagelwall mit seiner untern Fläche sich auf die Ränder des Nagelkörpers und auf die Wurzel auflegt.

Die Farbe des Nagels ist, so lange derselbe in seiner natürlichen Lage sich befindet, am freien Rande durchscheinend, am Körper, mit Ausnahme eines ganz schmalen helleren Saumes dicht hinter dem Anfange des freien Randes, röthlich, an der *Lunula* weisslich, welche zwei letzteren Färbungen grösstentheils von der durch den Nagel durchschimmernden Lederhaut und ihren Blutgefässen herrühren. Von der Epidermis und *Cutis* getrennt, ist der Nagel ziemlich gleichmässig weisslich durchscheinend, jedoch an der Wurzel ebenfalls etwas weisslicher als am Körper.

§. 51.

Bau des Nagels. DerNagel besteht in der Tiefe aus einer weichen weisslichen Schleimschicht, die noch schärfer als bei der gewöhnlichen Oberhaut von der harten äussern Hornschicht oder dem eigentlichen Nagel sich scheidet. Dieselbe überzieht die ganze untere Fläche der Nagelwurzel und des Nagelkörpers, manchmal auch einen kleinen Theil der oberen Fläche der Wurzel und bildet für sich allein die oben erwähnten Blätter an der untern Fläche des Nagels. Ihre Dicke beträgt an der Wurzel ganz hinten auf der untern Seite 270 μ, auf der obern 310 μ, dicht hinter dem Rande der Wurzel in gerader Richtung von hinten nach vorn 540—600 μ, am Nagelkörper an den Blättern mehr nach hinten zu und am Rande 90—110 μ, in der Mitte 140—180—270 μ, zwischen denselben endlich 70—90 μ.

Die *Malpighi*'sche Schicht des Nagels besteht wie die der Oberhaut durch und durch aus kernhaltigen Zellen und stimmt in allem Wesentlichen mit derselben überein, ausser dass sie in der Tiefe mehrere Lagen länglicher (von 9—15 μ), senkrecht stehender Zellen enthält, wodurch ein streifiges Ansehen entsteht, das *Günther* verleitet hat, unter dem Nagel besondere Drüsen anzunehmen. Beim Neger ist nach *Béclard* (*Anat. générale p.* 309) das *Stratum Malpighii* des Nagels schwarz und nach *Krause* (l. c. p. 124) sollen diese Zellen hier dunkelbraune Kerne enthalten, sowie gelbbräunliche bei brünetten Europäern. Nach *Hassall* (p. 252) enthalten überhaupt die jüngern Zellen des Nagels, d. h. die der Schleimschicht, Farbstoff, was ich wenigstens für einzelne Fälle bestätigen kann. Die obersten Zellen der Schleimschicht unter dem ganzen Körper des Nagels werden von *Reichert* als Hornschicht der Epidermis betrachtet, die sich von vorne her unter dem Nagel hinziehe, mit welchem Grunde, sehe ich nicht ein, da die fraglichen Zellen alle Kerne haben

und ebenso beschaffen sind, wie die übrigen Schleimschichtzellen. Dagegen bilden sich in gewissen Fällen runde, längliche oder birnförmige Gruppen von Schleimschichtzellen unter dem Nagel zu Hornplättchen um (*Ammon*), die selbst ganz in der Lederhaut drin liegen können (*Virchow*) und zur Annahme von blasigen Gebilden geführt haben, wie sie *Rainey* an der Grenze zwischen Wurzel und Körper im Nagelbette beschreibt.

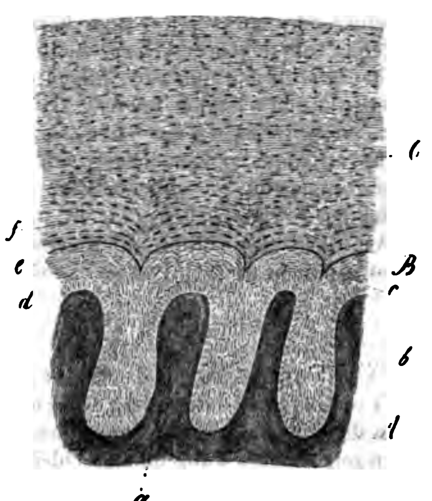


Fig. 74.

Die Hornschicht des Nagels oder die eigentliche Nagelsubstanz (Fig. 71. *f*; 73. *k, l, m*; 74. *e*) ist der harte spröde Theil des Nagels, welcher den freien Rand und den obern Theil desselben bildet. Die untere Fläche dieser Schicht ist an der Wurzel zu hinterst ganz eben, weiter nach vorn zeigt dieselbe scharfe, durch breite Furchen geschiedene Leisten, die in Furchen der Schleimschicht des Nagels eingreifen. Diese Leisten der eigentlichen Nagelsubstanz zeigen sich auf Querschnitten (Fig. 71. 74) als spitze Zacken von 22—45 μ Länge, die in der Regel an den Rändern des Nagels am stärksten, bis zu 90—140 μ entwickelt sind und in ihrer Zahl genau den Blättern der untern Seite des *Stratum Malpighii* entsprechen. Die obere Fläche der Nagelsubstanz ist im Ganzen genommen eben, doch finden sich auch hier noch oft recht deutlich, gleichlaufende Längsstreifen oder Riffe als letzte, freilich sehr verwischte Andeutung der Unebenheiten des Nagelbettes.

Die Dicke des Nageltheiles nimmt in der Regel von der Wurzel bis nahe zum freien Rande beständig zu, so dass der Körper vorn wenigstens dreimal dicker (von 670—900 μ) ist als erstere, und ist am freien Rande wieder etwas geringer. Auch im Querdurchmesser ist, mit Ausnahme des hinteren Wurzelrandes, die Nagelsubstanz nicht überall gleich dick, verdünnt sich vielmehr an den Seitenrändern bedeutend, so dass die Nägel zuletzt wo sie im Falze liegen, nicht mehr als 140—270 μ messen und endlich ganz scharf auslaufen.

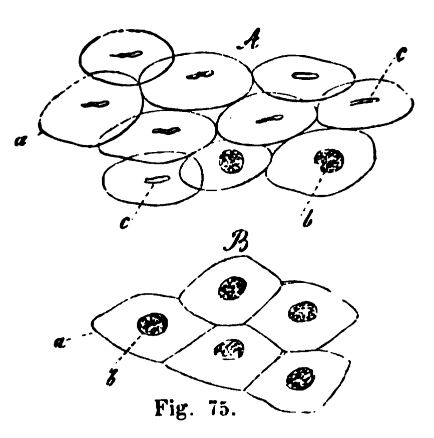


Fig. 75.

Den Bau der eigentlichen Nagelsubstanz anbelangend, besteht dieselbe, wie senkrechte Schnitte frischer Nägel namentlich

Fig. 74. Querschnitt durch den Nagelkörper, 350mal vergr. *A.* *Cutis* des Nagelbettes. *B.* Schleimschicht des Nagels. *C.* Hornschicht desselben oder eigentliche Nagelsubstanz. *a.* Blätter des Nagelbettes. *b.* Blätter des *Stratum Malpighii* des Nagels. *c.* Leistchen der eigentliche Nagelsubstanz. *d.* Tiefste senkrecht stehende Zellen der Schleimschicht des Nagels. *e.* Obere platte Zellen derselben. *f.* Kerne der eigentlichen Nagelsubstanz.

Fig. 75. Nagelplättchen mit Natron gekocht, 350mal vergr. *A.* Von der Seite, *B.* von der Fläche, *a.* Hüllen der aufgequollenen Nagelelemente, *b.* Kerne derselben von der Fläche, *c.* dieselben von der Seite.

nach Zusatz von kaustischen Alkalien und Mineralsäuren lehren, durch welche die Nagelzellen aufquellen und bei Anwendung von Wärme auch sich isoliren (Fig. 75), aus fest vereinigten, nicht scharf von einander geschiedenen Blättern und jedes Blatt aus einer oder mehreren Lagen kernhaltiger, vieleckiger platter Schüppchen oder Plättchen, die denen der Hornschicht der Oberhaut, abgesehen von den Kernen, sehr gleichen und in den untersten Lagen dicker und im Umfange etwas kleiner sind als in den oberen und obersten Lagen. Als mittlere Grösse derselben kann die von 27 - 36μ angenommen werden, die beim Zusatze der sonst wenig einwirkenden Schwefelsäure und im Anfange der Einwirkung von Kali und Natron sich zeigt. Die Anordnung der Blätter anlangend, so schliesst *Virchow* aus dem Verlaufe derselben an krankhaft verdickten (gryphotischen) Nägeln dass dieselben dachziegelförmig sich decken, in der Art, dass der vordere Rand eines Blattes immer den entsprechenden Rand des nächstfolgenden tieferen Blattes etwas überragt und bedeckt.

§. 52.

Verhalten zur Oberhaut, Wachsthum und Bildung der Nägel. Das Verhältniss des Nagels zur Oberhaut anlangend, so verweise ich auf die in den Figg. 71 u. 73 gezeichneten, senkrechten und queren Durchschnitte. Dieselben zeigen, dass während die Schleimschicht der Oberhaut ununterbrochen und ohne Grenze in die des Nagels übergeht, die Hornschicht nirgends in die wirkliche Nagelsubstanz unmittelbar sich fortsetzt, sondern eine Art Scheide für den Nagel darstellt, die in etwas an die Scheide des Haares erinnert, jedoch viel unvollständiger ist. Der eigentliche Nagel kann als ein umgewandelter Theil der Hornschicht der letzten Finger- und Zehenglieder betrachtet werden, der durch seine härteren und chemisch in etwas abweichenden kernhaltigen Plättchen sich auszeichnet.

Die Nägel wachsen, so lange sie geschnitten werden, beständig fort; dagegen ist das Wachsthum derelben beschränkt, wenn diess nicht geschieht. In diesem Falle, der bei lange bettlägerigen Kranken und bei den Völkern Ostasiens zu beobachten ist, werden die Nägel 1½—2″ lang (bei den Chinesen nach *Hamilton* 2″), und krümmen sich um die Finger und Zehenspitzen herum.

Beim Wachsthume des Nagels verändert die Schleimschicht desselben ihre Lage durchaus nicht, wohl aber seine Hornschicht, die beständig nach vorn geschoben wird. Die Bildung der Elemente derselben durch Verhornung der Zellen der Schleimschicht des Nagels hat an allen den Stellen statt, wo sie mit der letztern in Verbindung ist, mit andern Worten, an ihrer ganzen untern Fläche mit Ausnahme des freien vorderen Randes, ferner bei vielen Nägeln auch an einer ganz kleinen Stelle der oberen Fläche ihrer Wurzel, endlich am hinteren Wurzelrande selbst, doch sind die Theile der Wurzel diejenigen, die am raschesten wachsen, während der Nagelkörper langsamer sich bildet, was vorzüglich dadurch bewiesen wird, dass der Nagel an der Grenze zwischen Wurzel und Körper nicht viel dünner ist als vorn am Körper selbst, und dass an der Wurzel der Uebergang der Zellen des *Stratum Malpighii* in Nagelzellen leicht, am Körper dagegen schwer nachzuweisen ist, wo er von *Reichert* selbst ganz geläugnet wird, womit ich nicht einverstanden bin (s. meine Mikr. Anat. p. 90, 91). Durch den beständigen Ansatz neuer Zellen am Wurzelrande und, wie ich *Reichert* zugebe, auch an der untern Fläche der Wurzel wächst der Nagel nach vorn, durch das Hinzutreten solcher an seiner unteren Fläche verdickt er sich. Das Längenwachsthum überwiegt dasjenige in die Dicke, einmal weil die erst rundlichen Zellen, indem sie von hinten und unten her nach vorn und oben rücken, immer mehr sich abplatten und verlängern, und zweitens weil die Zellenbildung an der Wurzel viel lebhafter ist als vorn. Die einmal gebildeten Nagelplättchen werden, indem sie nach vorn und oben rücken, immer platter und härter, verlieren jedoch ihre Kerne nie. Abgesehen hiervon gehen mit den Elementen

der Hornschicht des Nagels keine weiteren Veränderungen vor und verhalten sich dieselben im Allgemeinen, anatomisch und physiologisch, wie die des fertigen Haares und der Hornschicht der Oberhaut.

Die Entwickelung der Nägel beginnt im 3. Fötalmonate mit der Entstehung des Nagelbettes und des Nagelfalzes, die jedoch anfänglich noch von einer gewöhnlichen Epidermis bekleidet sind. Im 4. Monate erscheint zwischen der aus Einer Zellenschicht bestehenden Hornschicht und der Schleimhaut des Nagelbettes eine einfache Lage platter, blasser, festvereinter kernhaltiger Schüppchen von 20 μ, welche als die erste Anlage des Nagels aufzufassen sind, der somit ursprünglich rings von der Epidermis umgeben ist und wie das Haar gleich *in toto* auf dem ganzen Nagelbette entsteht. Die erste Bildung des Nagels geht übrigens unzweifelhaft von den Zellen der Schleimschicht aus und so verdickt sich dann auch der Nagel bald durch Zutritt neuer Elemente von derselben Lage aus, so dass er im 5. Monate sammt seiner Schleimschicht bereits 54 μ in der Dicke misst, und wächst zugleich auch an den Seiten und an der Wurzel in die Breite und in die Länge. Immerhin bleibt er bis zum Ende des 5. Monats unter der Hornschicht der Oberhaut und ohne freien Rand, welcher letztere erst nach der Hälfte des 6. Monats erscheint, so dass im 7. Monate der Nagel, die grössere Weichheit und den Umfang abgerechnet, in nichts Wesentlichem vom fertigen Nagel abweicht. Bei Neugebornen sind die Nägel am Körper 600—800 μ dick und durch ihren weit vorstehenden, dünnen, bis zu 4,5mm langen freien Rand bemerkenswerth, der nichts anderes als der im Laufe der Entwickelung nach vorn geschobene Nagel einer früheren Zeit (ungefähr des 6. Monats) ist und bis nach der Geburt sich abstösst, welcher Vorgang übrigens noch mehrmals sich wiederholt bis der Nagel vollkommen ausgebildet ist.

Zur Untersuchung der Nagelzellen und Plättchen dienen vorzüglich feine Schnitte frischer Nägel mit und ohne Zuziehung von Reagentien, vor Allem Natron und Schwefelsäure, welche die Nagelplättchen aufquellen machen. Behufs der Verhältnisse der einzelnen Nageltheile zu einander und zur Oberhaut muss man durch Erweichung oder Kochen in Wasser Cutis und Nagel trennen. Man sieht alsdann, dass der Nagel mit der Oberhaut von dem Finger sich löst, und erkennt auf Quer- und Längsschnitten die Art seiner Verbindung mit demselben. Auch das Nagelbett, seine Blätter und Leisten, der Nagelfalz, die Blätter am *Stratum Malpighii* des Nagels kommen auf diese Weise leicht zur Ansicht. Da feine Schnitte an einem solchen Nagel gerade an den wichtigsten Stellen, Rand und Wurzel, nicht leicht zu machen sind, so ist es auch nöthig, frische und mit der Cutis vom Knochen gelöste und getrocknete Nägel hierzu zu benutzen, welche dann alle wünschbare Aufklärung geben, indem Schnitte von solchen in Wasser leicht aufquellen und durch Essigsäure und Natron den Bau ihrer verschiedenen Schichten aufs Deutlichste offenbaren.

Literatur der Nägel. *A. Lauth, Sur la disposition des ongles et des poils. Mém. de la soc. d'hist. nat. de Strassbourg* 1830. 4; *Gurlt*, Ueber die hornigen Gebilde des Menschen und der Haussäugethiere. *Müll.* Arch. 1836. p. 262; *Reichert*, in *Müll.* Arch. 1841, 1851 und 52 Jahresbericht: *O. Kohlrausch*, Recension von *Henle's* allgem. Anatomie in Göttinger Anzeigen 1843. S. 24; *Rainey, on the structure and formation of the nails of the fingers and toes in transact. of the microsc. Society March.* 1849; *Berthold*, Beobachtungen über das quantitative Verhältniss der Nagel- und Haarbildung beim Menschen in *Müll.* Arch. 1850; *R. Wagner*, in *Müll.* Arch. 1852. p. 500. Taf. XIII. Fig. 1; *Virchow*, zur normal. und path. Anat. der Nägel und der Oberhaut in Würzb. Verh. V. p. 86; *Henle* in s. Splanchnologie 1862.

III. Von den Haaren.

§. 53.

An jedem Haare unterscheidet man den freien Theil, Schaft, *Scapus*, mit der verdünnten Spitze, von dem im Balge eingeschlossenen, der Wurzel, *Radix*.

Jener ist in der Regel bei schlichten Haaren gerade und rundlich, bei gelockten wellenförmig gebogen und etwas abgeplattet, bei krausen und wolligen Haaren schraubenförmig gedreht und ganz platt oder leicht gerieft. Die Wurzel ist fast immer gerade, ziemlich drehrund, und wenigstens in ihren untersten Theilen weicher und dicker als der Schaft; sie endet bei lebenskräftigen Haaren mit einer noch weicheren, den Schaft $1\frac{1}{2}$—3mal an Dicke übertreffenden knopfförmigen Anschwellung, dem **Haarknopfe** oder der **Haarzwiebel**, ***Bulbus pili*** (*c*), die hutförmig auf einem papillenartigen Fortsatze des Balges, auf der **Haarpapille**, ***Papilla pili*** (*i*) (weniger passend *Pulpa sive Blastema pili*, Haarkeim genannt), aufsitzt, oder mit andern Worten, dieselbe in eine Aushöhlung ihrer Basis aufnimmt.

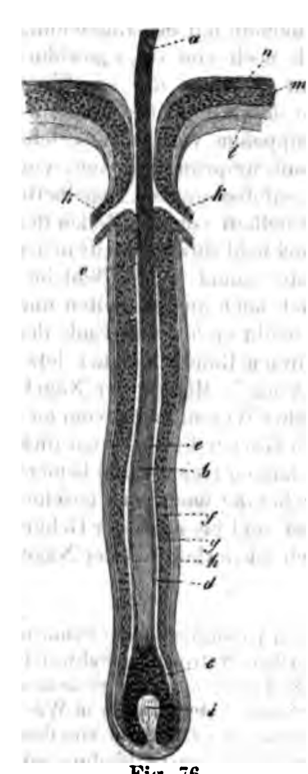


Fig. 76.

§. 54.

Vorkommen und Grösse der Haare. Die Haare sind fast über den ganzen Körper verbreitet, zeigen jedoch in Bezug auf **Grösse** und **Zahl** sehr bedeutende Verschiedenheit je nach Ort, körperlichen Eigenschaften, Alter, Geschlecht und Stamm. Erstere anlangend, so lassen sich, abgesehen von vielen Uebergängen dreierlei Abarten derselben annehmen: 1) längere, weiche Haare von 0,3—1 m. und mehr Länge, 50—110 μ Dicke, 2) kurze, starre, dicke Haare von 0,6—1,3 Cm Länge und 56—120 μ Dicke, 3) kurze, äusserst feine Haare, Wollhaare (*Lanugo*) von 2—14 mm Länge und 13—22 μ Dicke. Die Verbreitung der ersten Form ist bekannt; zur zweiten gehören die Haare am Eingange der Nasenhöhle (*Vibrissae*), im äussern Gehörgange, die Augenwimpern (*Cilia*) und Augenbrauen, zur dritten endlich sind zu rechnen die Härchen im Gesicht, am Rumpfe und den Gliedern, auch die der *Caruncula lacrymalis* und die häufig fehlenden der *Labia minora* (*Henle*).

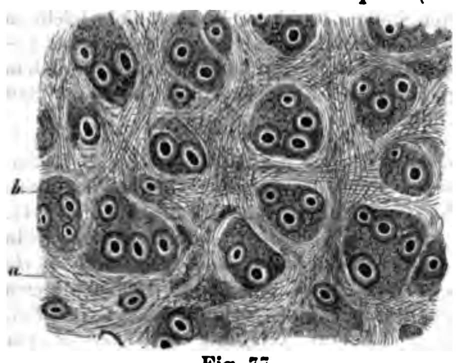


Fig. 77.

Die Haare stehen entweder einzeln oder je zu zweien oder dreien, selbst vieren und fünfen beisammen. Letzteres ist beim Fötus Regel, kommt aber auch beim Erwachsenen vorzüglich an Wollhaaren häufig noch vor, ebenso an den Haaren des Kopfes (Fig. 77). Gewöhnlich enthält ein Haarbalg nur Ein Haar: beim Haarwechsel finden sich jedoch vor-

Fig. 76. Haar und Haarbalg von mittlerer Stärke, 50mal vergr. *a.* Haarschaft; *b.* Haarwurzel; *c.* Haarknopf; *d.* Oberhäutchen des Haares; *e.* innere Wurzelscheide; *f.* äussere Wurzelscheide; *g.* Glashaut des Haarbalges; *h.* quere und longitudinale Faserlage desselben; *i.* Haarpapille; *k.* Ausführungsgänge der Talgdrüsen mit Epithel und Faserlage; *l.* Cutis an der Mündung des Haarbalges; *m.* Schleimschicht; *n.* Hornschicht der Oberhaut, letztere etwas in den Balg sich hineinziehend; *o.* Ende der innern Wurzelscheide.

Fig. 77. Querschnitt durch die Kopfhaut des Menschen, mit A. Geringe Vergr. *a.* sich kreuzende Bindegewebsbündel; *b.* Gruppen von Haarbälgen.

übergehend zwei Haare in Einem Balg und beziehen sich auf diesen wohl auch die von *Werthheim* am *Mons Veneris* und am Bart zur Zeit der Pubertät beobachteten Fälle. Ob Bälge mit vielen (bis zu 9) Haaren, die ich (Mikr. Anat. II. St. 153) und *Werthheim* sahen, normale genannt werden können, ist noch zu untersuchen.

§. 55.

Bezüglich auf den feineren Bau lassen sich an jedem Haare ohne Ausnahme zwei, an vielen selbst drei Gewebe unterscheiden: 1) das Rindengewebe, besser Fasergewebe, welches weitaus den bedeutendsten Theil des Haares ausmacht und seine Gestalt bedingt, 2) das Oberhäutchen, ein zarter äusserer Ueberzug des Fasergewebes, 3) endlich das oft fehlende, in der Mitte gelegene Markgewebe.

Das Rinden- oder Fasergewebe, *Substantia fibrosa s. corticalis*, ist längsstreifig, sehr oft dunkel punctirt und gestrichelt oder gefleckt, und abgesehen von den weissen Haaren, wo es durchscheinend ist, mehr oder minder stark gefärbt, welche Färbung bald durch das ganze Gewebe ziemlich gleichmässig sich verbreitet, bald mehr auf gewisse längliche, körnige Flecken sich beschränkt. Behandelt man ein Haar in der Wärme mit starker Schwefelsäure, so lässt sich sein Fasergewebe viel leichter als vorher in platte, verschieden (gewöhnlich 4,5—11μ) breite lange Fasern zerlegen, die besonders durch ihre Starrheit und Brüchigkeit und ihre unregelmässigen, selbst zackigen Ränder und Enden sich auszeichnen und bei den hellen Haaren eine helle, bei dunklen eine dunkle Färbung besitzen. Diese sogenannten Haarfasern sind aber noch nicht die Elemente der Rinde, vielmehr muss jede derselben als eine Vereinigung von platten, mässig langen Faserzellen oder Plättchen angesehen werden, welche nach eindringlicher Behandlung eines Haares mit Schwefelsäure neben den Fasern in grosser Menge einzeln sich erhalten lassen. Dieselben (Fig. 78), die am besten als Plättchen des Fasergewebes oder Faserzellen der Rinde bezeichnet werden, sind platt und im Allgemeinen spindelförmig, 54-68μ lang, 4-9-11μ breit, 30—36μ dick, mit unebenen Flächen und unregelmässigen Rändern, quellen in kaustischen Alkalien nicht auf und zeigen im Innern sehr häufig einen dunkleren Streifen, von dem gleich weiter die Rede sein soll, unter gewissen Verhältnissen auch körnigen Farbstoff; sonst sind sie gleichartig und lassen durchaus keine weiteren Elemente, wie z. B. Fäserchen, erkennen. Dieselben erscheinen der Länge nach fester mit einander ver-

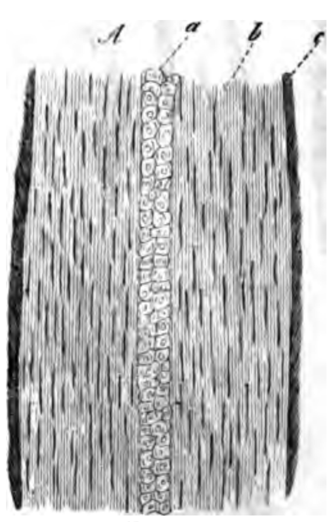


Fig. 78.

Fig. 78. Plättchen oder Faserzellen der Rinde eines mit Essigsäure behandelten Haares, 350mal vergr. *A*. Einzeln dargestellte Plättchen, 1 von der Fläche (3 einzelne. 2 verbundene), 2 von der Seite. *B*. Eine aus vielen solchen Plättchen zusammengesetzte Schicht.

bunden als der Breite nach, daher auch die Rinde leicht in die langen, vorhin erwähnten Fasern sich spalten lässt. Die Fasern selbst, welche ich übrigens nicht gleichsam als zusammengesetzte Elemente der Rindensubstanz bezeichnen möchte, da ihre Elemente sich noch einzeln darstellen lassen und sie selbst viel zu unregelmässig sind, stellen, ohne so deutlich Lamellen zu bilden, wie z. B. die Plättchen des Nagels und der Epidermis, indem sie von allen Seiten mit einander sich verbinden, ein festes Faserbündel dar und erzeugen eben hierdurch das Rindengewebe, den Haupttheil des Haares.

Die *dunklen Flecken* und *Pünctchen* und die *Streifen* der Rinde sind sehr verschiedener Natur und zwar vorzüglich 1) *körniger Farbstoff*, 2) mit *Luft* oder *Flüssigkeit erfüllte Hohlräume* und 3) *Kerne*. Die *Flecken* (Fig. 81) sind, wie besonders kaustisches Kali und Natron lehren, die das Rindengewebe ganz erweichen und aufquellen machen, ohne die Flecken anzugreifen, einem bedeutenden Theile nach nichts als *Ansammlungen von Farbkörnchen*, die in den Haarplättchen ihren Sitz haben, vorzüglich in dunklen Haaren häufig sind und in Bezug auf Grösse und Form sehr wechseln. Eine zweite Art von dunklen Flecken gleicht den gefärbten Ablagerungen sehr, ergibt sich jedoch als *mit Luft erfüllte kleine Hohlräume* (Mikr. Anat. Tab. II. Fig. 13), die in weissen und hellen Haaren oft sehr zahlreich vorkommen, in ganz dunklen Haaren dagegen und in der untern Hälfte der Wurzeln aller Haare fehlen. Endlich kommen drittens in der Rinde noch mässig dunkle schmale Sreifen oder Linien vor, die einmal die *Grenzlinien* der einzelnen Faserzellen der Rinde, und zweitens die *Kerne* derselben sind. Es enthalten nämlich auch im Schafte des Haares die Rindenplättchen alle 22—36 μ lange, 1,1—2,6 μ breite spindelförmige Kerne, die man durch Zerreiben in Natron gekochter weisser Haare selbst für sich darstellen kann (Fig. 79). Ausserdem zeigen sich in der Rindensubstanz und zwar besonders deutlich in einer *weisslichen Stelle unmittelbar über der Zwiebel* noch feine Streifen, welche von Unebenheiten der Oberfläche der Rindenplättchen erzeugt werden, selbst nach eindringlicher Behandlung mit Alkalien nicht leicht verschwinden, jedoch schliesslich einem feinfaserigen Wesen Platz machen; dieselben lassen sich nicht für sich darstellen, zeigen sich aber auch an den durch Schwefelsäure für sich erhaltenen Stückchen der Rinde und selbst an einzelnen von deren Elementen (Fig. 80) sehr deutlich.



B

Fig. 79.

Die bisher gegebene Schilderung der Rinde galt vorzüglich von dem *Haarschafte*. An der *Haarwurzel* finden sich, so lange dieselbe noch fest und spröde ist, im Wesentlichen dieselben Verhältnisse und erst in ihrer untern Hälfte, wo sie allmählich weicher, zuerst feinfaserig und dann körnig wird, ändert sich der Bau der Rinde nach und nach. Hier nämlich werden die oben geschilderten Plättchen zuerst weicher und gestalten sich immer deutlicher als längliche Zellen (Fig. 80) von 45—54μ

Fig. 79. *A*. Ein Stück eines weissen Haares nach Behandlung mit Natron 350mal vergr., *a*. kernhaltige Zellen des Markes ohne Luft, *b*. Rindengewebe mit feiner Faserung und hervorgetretenen linienförmigen Kernen, *c*. Oberhäutchen mit stärker als gewöhnlich abstehenden Plättchen. *B*. Drei einzeln dargestellte linienförmige Kerne aus der Rinde.

änge und 22—24 μ Breite, deren stabförmige, gerade oder geschlängelte Kerne von 8—22 μ bei Essigsäurezusatz äusserst kenntlich werden und auch leicht sich isoliren ssen. Dann gehen, indem auch der faserige Bau sich immer mehr ver-iert, die weichen und schon verkürzten Blättchen in länglichrunde Zellen it kurzen Kernen über, die endlich in die Elemente des untersten dicksten heiles des Haares, des Haarknopfes oder der Zwiebel, ohne Unterbrechung ich fortsetzen. Diese (Fig. 81) sind nichts anderes als runde Zellen von —13 μ, die dicht gedrängt beisammen liegen, und, ähnlich den Zellen der chleimschicht der Epidermis, bald nur farblose Körnchen führen, bald it dunklen Farbkörnchen so vollgepfropft sind, dass sie zu wahren Pig-entzellen werden. — Noch ist zu erwähnen, dass an der untern Hälfte er Wurzel auch das chemische Verhalten der Elemente der Rinde sich ndert, indem dieselben gegen Essigsäure, die die Plättchen des Schaftes urchaus nicht angreift, immer empfindlicher werden und auch in Alkalien el schneller als im Schafte aufquellen und sich lösen.

Fig. 80.

Bezüglich auf die Farbe der Rindensubstanz ist zu bemerken, dass eselbe einmal von den Pigmentflecken, dann von den Lufträumen und ittens von einem aufgelösten, mit der Substanz der Rindenplättchen ver-undenen Farbstoffe herrührt. Ersteres oder das körnige Pigment zeigt alle echsel von Hellgelb durch Roth und Braun bis Schwarz; der gelöste arbstoff fehlt in weissen Haaren gänzlich, ist in hellblonden spärlich, am ichlichsten in dunkelblonden und rothen, sowie in dunklen Haaren vor-anden, in denen er für sich allein eine stark rothe oder braune Farbe be-ngen kann. Auf Rechnung eser beiden Pigmente vorzüg-hkommt die Farbe der Rinde, ch ist meist bald das eine, ld das andere vorwiegend, und öchten nur in ganz lichten und ark dunklen Haaren beide un-fähr gleichmässig entwickelt sein.

Fig. 81.



Fig. 83.

§. 56.

Das Markgewebe, *Substantia medullaris*, ist ein in der Mit-llinie des Haares von der Gegend über er Zwiebel an bis nahe an die Spitze ehender Streifen oder Strang (Fig. 79. 2), der im Allgemeinen in den Woll-aaren und gefärbten Kopfhaaren häufig hlt, in den dicken kurzen und stärke-n langen Haaren, sowie in weissen opfhaaren meist vorhanden ist. Kocht an weisse Haare mit kaustischem

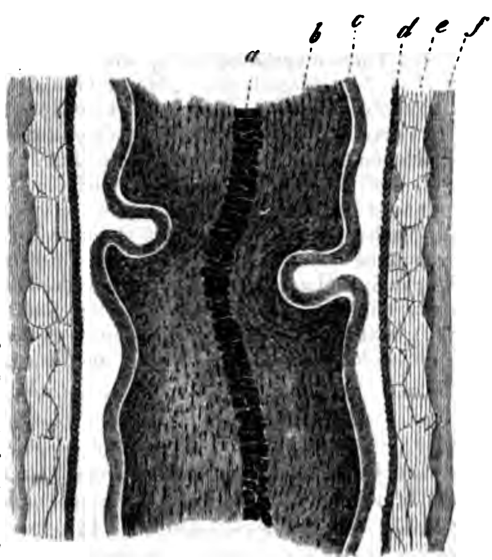


Fig. 82.

Fig. 80. Zwei Zellen aus der Rinde der Haarwurzel (dem feinstreifigen Theile derselben icht über der Zwiebel) mit deutlichen Kernen und streifigem Ansehen, 350mal vergr.

Fig. 81. Zellen aus dem tiefsten Theile der Haarzwiebel 350mal vergr., *a.* aus einer ge-rbten Zwiebel mit Pigmentkörnern und etwas verdecktem Kern, *b.* von einem weissen aare mit deutlichem Kern und wenig Körnchen.

Fig. 82. Ein Theil der Wurzel eines dunklen Haares leicht mit Natron behandelt, 250mal vgr. Mark, noch lufthaltig und mit ziemlich deutlich hervortretenden Zellen, *b.* Rinde mit Pigment-ecken, *c.* innere Lage des Oberhäutchens, *d.* äussere Lage desselben, *e.* innere Lage der innern urzelscheide (*Huxley's* Schicht), *f.* äusserer durchlöcherter Theil derselben (*Henle's* Schicht).

Fig. 83. Acht Markzellen mit blassen Kernen und fettartigen Körnchen aus einem mit tron behandelten Haare. 350mal vergr.

Natron, bis sie aufquellen und sich zusammenkrümmen, so lässt sich oft schon ohne weiteres durch einfaches Zerdrücken des weichen Haares die zellige Zusammensetzung des bei durchfallendem Lichte durchscheinend gewordenen Markstranges erkennen (Fig. 79. *a*): zerzupft man ein solches Haar sorgfältig, so gelingt es sehr leicht, die Markzellen zu mehreren reihenweise verbunden und selbst ganz für sich darzustellen (Fig. 83). Es sind dieselben rechteckige oder viereckige, seltener mehr rundliche oder spindelförmige Zellen von 16—22 μ Durchmesser, hie und da mit dunklen Körnchen wie Fett und mit einem rundlichen, in vielen Fällen, wo das Alkali nicht zu sehr eingewirkt hat, deutlich sichtbaren hellen Flecke von 3,5—4,5 μ, welcher offenbar einen verkümmerten Kern darstellt und durch Natron selbst etwas aufzuquellen scheint. Im frischen Haare ist das Mark im Schafte bei auffallendem Lichte silberweiss, bei Beleuchtung von unten schwarz, welches Ansehen, wie viele günstige Objecte lehren, von rundlich-eckigen Körnchen von ziemlich gleichmässiger, jedoch je nach den Haaren wechselnder Grösse von 0,4—4 μ erzeugt wird, die in grosser Menge die Markzellen erfüllen (Fig. 82). Diese Körner sind nicht Fett oder Pigment, wie man früher allgemein annahm, sondern Luftbläschen, wie sich mit Leichtigkeit ergibt, wenn man ein weisses Haar in Wasser oder Aether kocht und mit Terpentinöl behandelt, in welchen beiden Fällen das Mark ganz hell und durchscheinend wird. Trocknet man ein mit Wasser behandeltes Haar, so nimmt das Mark wieder Luft auf.

Der Durchmesser des Markes verhält sich im Allgemeinen zu dem des Haares selbst wie 1 : 3—5; im Ganzen und im Vergleiche zu den anderen Theilen am dicksten ist dasselbe in kurzen dicken Haaren, am dünnsten in Woll- und Kopfhaaren. Auf dem Querschnitte bildet es eine runde oder abgeplattete Figur, und die Zellen, die dasselbe zusammensetzen, stehen 1—5, selbst noch mehr Längsreihen.

Bei Thieren verlängert sich, wie man schon längst weiss und in neuerer Zeit besonders *Brücker* dargethan hat, die Haarpapille oft weit, selbst bis in die Spitze von Haaren, Borsten und Stacheln, und trocknet später ein, allein hier zeigt dieselbe nie, selbst nach Einwirkung von Kali nicht, einen zelligen Bau, während dieser in dem oft ebenfalls vorhandenen Marke immer deutlich ist. Etwas ähnliches behaupten *Reichert* und *Reissner* für das menschliche Haarmark. Ich habe jedoch bis jetzt an weissen menschlichen Haaren, die das Mark am schönsten zeigen, vergebens nach einer solchen Verlängerung der Papille gesucht. Ich kann daher vorläufig unmöglich zugeben, dass das Mark der menschlichen Haare ausser den Markzellen noch eine Fortsetzung des Keimes enthält; dagegen bin ich nicht gemeint, ohne weiteres zu läugnen, dass etwas derart nie und nirgends sich findet, um so mehr, da *Henle* die Haarpapille einige Male in eine kurze Spitze ausgezogen fand, und, wie ich jetzt häufig finde, die Markzellen oft bis an die Haarpapille heranreichen, nur scheinen mir noch andere Beweise nöthig, als die gegebenen.

§. 57.

Das Oberhäutchen des Haares, *Cuticula*, ist ein ganz dünnes, durchsichtiges Häutchen, welches einen vollkommenen Ueberzug über das Haar bildet und mit der Rinde sehr fest verbunden ist. In seiner natürlichen Lage und an einem unveränderten Haare betrachtet, gibt es sich fast durch nichts kund als durch viele dunklere, netzförmig verbundene, unregelmässige und selbst zackige Linien, die 5—14 μ von einander abstehen und quer um das Haar herumziehen, hie und da auch durch kleine sägenförmige Zacken am scheinbaren Rande desselben (Fig. 84. *A*.); behandelt man dagegen ein Haar mit Alkalien, so löst sich dasselbe in grösseren oder kleineren Blättern von dem Fasergewebe und zerfällt selbst in seine Elemente. Diese sind ganz platte, im Allgemeinen durchsichtige und blassrandige, vier- oder rechteckige kernlose Plättchen (Fig. 84. *B*), die durch kein Mittel zu Bläschen aufquellen und, wie die Ziegel eines Daches verbunden, eine einfache Hülle darstellen, die die Haarrinde vollständig umgibt, und zwar so, dass die tieferen oder unteren Zellen die oberen decken.

Auch in Schwefelsäure lässt das Oberhäutchen seinen Bau leicht erkennen, das Haar wird an den Rändern von den sich aufrichtenden Plättchen wie filzig, und durch Schaben oder Reiben ist das Oberhäutchen zwar weniger leicht in grösseren Blättern, wohl aber in seinen Elementen zu erhalten.

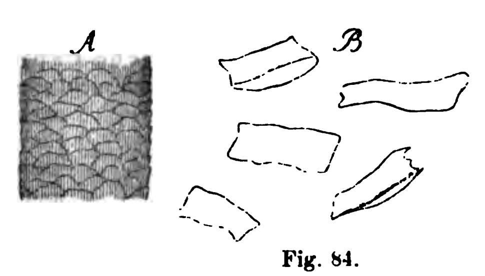


Fig. 84.

Das Oberhäutchen besteht aus einer einzigen, am Schafte 5—7 μ, an der Wurzel 6—8 μ dicken Lage von Plättchen, die in der Querrichtung des Haares 54—63 μ, 36—45 μ in der Längenrichtung messen und kaum dicker als 1,1 μ sind. An der Haarzwiebel gehen diese Plättchen mit einer ziemlich scharfen Grenze in kernhaltige weiche Zellen über (siehe meine Mikr. Anat. Tafel. II. Fig. 1. *n*), die in der Querrichtung der Haarzwiebel breit, sehr kurz in der Richtung der Längenaxe derselben und etwas länger in ihrem dritten Durchmesser sind, der senkrecht oder schief auf die Längsaxe des Haares steht. Dieselben werden von Alkali leicht, aber selbst von Essigsäure angegriffen, besitzen ohne Ausnahme quere und ziemlich lange Kerne und gehen endlich am Ende der Zwiebel in die schon beschriebenen, dieselben bildenden runde Zellen über.

§. 58.

Die Haarbälge, *Folliculi pilorum*, sind 2—7 mm lange, flaschen-oder schlauchförmige Säckchen, welche die Haarwurzeln ziemlich dicht umschliessen und bei Wollhaaren in den oberen Lagen der Lederhaut drinliegen, bei starken oder langen Haaren dagegen meist bis in die tiefen Theilen derselben hineinragen und selbst mehr oder weniger weit in das Unterhautzellgewebe sich erstrecken. Dieselben sind einfach als eine Fortsetzung der Haut mit ihren beiden Bestandtheilen, der Lederhaut und der Epidermis, zu betrachten, und demgemäss unterscheidet man auch an jedem von ihnen einen äusseren faserigen gefässreichen Theil, Haarbalg im engern Sinne, und eine gefässlose, aus Zellen bestehende und das Haar umgebende Auskleidung desselben, die Wurzelscheide, *Vagina pili*, die zum Theil als Epidermis des Haarbalges anzusehen ist, zum Theil eine besondere Scheide für die Haarwurzeln darstellt.

§. 59.

Der Haarbalg im engern Sinne besteht aus zwei Faserhäuten, einer äussern und einer innern und aus einer Glashaut, hat im Mittel 34—50 μ Dicke und besitzt als ein eigenthümliches Gebilde in seinem Grunde die Haarpapille.

Die äussere Faserhaut (Fig. 76. *h*) von sehr wechselnder Stärke (nach *Moleschott* von 7—37 μ, im Mittel von 22 μ) bedingt die äussere Form des Haarbalges und hängt in ihrem obersten Theile sehr innig mit der Lederhaut zusammen. Dieselbe besteht aus gewöhnlichem Bindegewebe mit längs verlaufenden Fasern, ohne Beimengung von elastischen Fasern, aber mit ziemlich vielen länglichen, spindelförmigen kleinen Bindegewebskörperchen, enthält ein ziemlich reichliches Netz von Capillaren und lässt auch einzelne Nervenfasern mit spärlichen Theilungen erkennen.

Fig. 84. *A*. Oberfläche des Schaftes eines weissen Haares, 160mal vergr. Die gebogenen Linien bezeichnen die freien Ränder der Oberhautplättchen. *B*. Durch Natron isolirte Oberhautplättchen von der Fläche, 350mal vergr. — Von den längeren Rändern derselben sind entweder nur der eine oder beide mehr oder weniger umgeschlagen und daher dunkel.

Die innere Faserhaut (Fig. 85. *a*, 86. *b*) ist meist dicker als die äussere Lage (nach *Moleschott* von 15—43 μ, 31 μ im Mittel) und erstreckt sich, überall gleich dick und von glatten Flächen begrenzt, vom Grunde des Haarbalges nur bis in die Gegend, wo die Talgdrüsen einmünden. Meine neuern Untersuchungen zufolge enthält dieselbe ziemlich zahlreiche Capillaren, deren Stämmchen meist quer verlaufen, dagegen ist es mir noch nicht geglückt, Nerven in ihr zu finden. Dem Baue nach besteht dieselbe aus einer undeutlich faserigen Grundsubstanz mit der Neigung der Quere nach in Fasern verschiedener Stärke zu reissen und zweitens aus mehreren Lagen zahlreicher, quer verlaufender spindelförmiger Bindegewebskörperchen mit schönen stabförmigen und länglichrunden Kernen, denen nach meinen an Haaren des *Scrotum* angestellten Beobachtungen durchaus keine elastischen Fäserchen beigemengt sind. Diesem zufolge und da die fragliche Lage, wie ich finde, beim Kochen in Wasser aufquillt und sich nicht trübt wie Muskelgewebe (*Henle*), spreche ich mich nun entschieden dahin aus, dass ihr Gewebe zum Bindegewebe gehört.

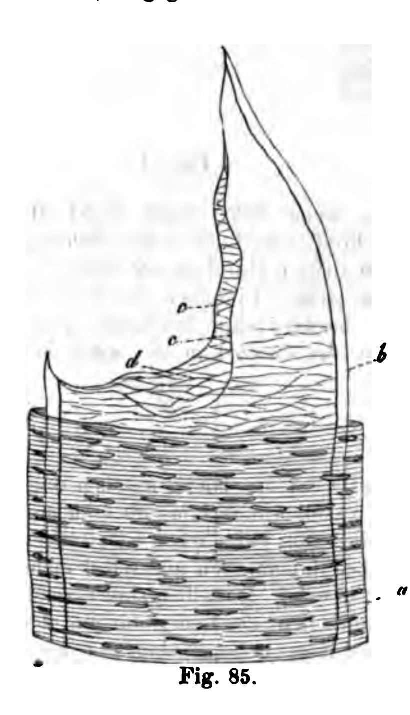


Fig. 85.

Die dritte Schicht endlich (Fig. 85. *b*) oder die Glashaut, ist eine glashelle Hülle, an der ich ausser sehr zarten ziemlich dichtstehenden gleichlaufenden Längslinien keinen weitern Bau aufzufinden im Stande bin. Dieselbe bleibt beim Ausreissen der Haare ohne Ausnahme im Haarbalge zurück und erstreckt sich vom Grunde desselben an, wo sie am Stiele der Haarpapille sich verliert, ohne nachweisbar auch diese zu bekleiden, so weit als die innere Wurzelscheide und vielleicht noch höher. Dieselbe erscheint am unverletzten Haarbalge (Fig. 86. *c*) nur als ein ganz blasser Streifen von 2,2—3,3 μ, selten bis 4,5 μ Dicke (an Kopfhaaren nach *Moleschott* von 3—10 μ) zwischen der äussern Wurzelscheide und der Querfaserlage des Haarbalges, lässt sich aber durch Zerzupfen eines leeren Haarbalges leicht in grösseren Fetzen erhalten und zeigt sich dann aussen glatt, innen mit zarteren oder dickeren queren, oft zusammenhängenden Linien bedeckt, die, wie die Haut selbst, in verdünnten Säuren und Alkalien sich nicht verändern, ausser dass sie etwas erblassen und, wie ich mich neuerdings überzeugt habe, der Glashaut wie aufgesetzt sind und leistenförmig vorragende Züge bilden, womit jedoch nicht gesagt sein soll, dass sie nicht zu derselben gehören.

Die Haarpapille, *Papilla pili* (Fig. 76. *i*), weniger passend auch Haarheim, *Pulpa pili*, genannt, gehört dem Balge an und entspricht einer Cutispapille. Dieselbe ist eine schöne, ei-, kegel- oder pilzförmige, 110—300 μ lange, 50—220 μ breite (an Kopfhaaren nach *Moleschott* im Mittel 220 μ lange und 110 μ breite) Papille, die durch einen Stiel mit der Bindegewebslage des Balges zusammenhängt, eine vollkommen scharfe Begrenzung, so wie eine ganz glatte Oberfläche besitzt und

Fig. 85. Ein Stückchen von der Querfaserlage und der structurlosen Schicht (Glashaut) eines Haarbalges vom Menschen mit Essigsäure behandelt, 400mal vergr. *a.* Querfaserlage mit länglichen queren Kernen; *b.* Glashaut im scheinbaren Längsschnitte; *c.* Ränder derselben, da wo der Schlauch, den sie bildet, zerrissen ist; *d.* feine quere, zum Theil zusammenhängende Linien (Fasern?) auf ihrer innern Fläche.

;aue ganz an die Cutispapillen sich anschliesst und aus einfacher Bindesubstanz : Fibrillen mit Kernen (Bindegewebskörperchen?) und hie und da einzelnen Fettchen besteht. Im Innern enthält dieselbe auch beim Menschen wie bei Thieren ässe, dagegen ist von dem Vorkommen von Nerven in ihr nichts bekannt.

Ueber die Blutgefässe der Haarbälge sei nun noch bemerkt, dass dieselben emein zahlreich sind und am *Scrotum* leicht mit Blut gefüllt sich erhalten in concentrirtem Glycerin und *Kali causticum* gut untersuchen lassen. In der gsfaserschicht verlaufen dieselben besonders der Länge nach, bilden oft wie wunetzartige Geflechte und auch Capillarnetze, von denen jedoch die feinsten in der faserhaut sich finden, wo sie nur noch 6,7 μ messen.

Moleschott und *Chapuis* verdanken wir eine genauere Untersuchung und Maassmmungen einzelner Theile der Haarbälge, namentlich mit Zugrundelegung der früher ıchlässigten Querschnitte, die von in Essigsäure aufbewahrten und dann getrockneten len angefertigt wurden, doch kann ich die, wie es scheint, einzig und allein auf die rsuchung der Kopfhaut Eines Menschen gestützten Zahlenangaben nicht als allgemein sgebend betrachten, so wie ich auch mit einigen andern Auffassungen nicht übereinne. Dier Haarpapillen anlangend, so ist *Moleschott* im Irrthum, wenn er behauptet dieselben immer kegelförmig seien; ebensowenig kann ich übereinstimmen, wenn er die llen einen Aufsatz des Haarbalges nennt, der aus ganz andern Formbestandtheilen she, und zwar aus rundlich vieleckigen, dicht zusammengedrängten Zellen von 13 μ mitt-Grösse. Die Papillen, die ich frei vor mir hatte, waren entschieden eine Fortsetzung Ringfaserschicht des Haarbalges und bestanden aus einer hellen Grundsubstanz mit feinen ıchen und Kernen, welche letzteren allerdings auch sehr zahlreich vorkommen und, wie 'ermuthe, Zellen (Bindegewebskörperchen) angehören, die jedoch nie bestimmt zur Anuung kamen. — In neuester Zeit hat *Werthheim* mitgetheilt, dass die äusseren Lagen Haarbalges unterhalb der Papille in einem stielartigen Fortsatze sich verlängern rstiel und Haarkelch *W.*), der schliesslich einem Bindegewebsstrange des *Corium* sich ge.

§. 60.

Die Wurzelscheiden zerfallen in eine äussere und innere Lage, von denen erstere mit der Oberhaut um die Mündungen der Haarbälge zusammenhängt und Epidermisauskleidung der Haarbälge erscheint, während die andere eine selbständige Lage ist und in eine bestimmte Beziehung zum Haare tritt.

Die äussere Wurzelscheide ist die Fortsetzung des *Stratum Malpighii* der rhaut und kleidet den ganzen Haarbalg aus, indem sie in seiner untern Hälfte der hriebenen Glashaut, weiter oben, wo diese und die Querfasern nicht mehr da sind, Längsfaserschicht unmittelbar aufsitzt. Im Baue entspricht dieselbe vollkommen *Malpighi*'schen Schicht selbst darin, dass ihre äussersten Zellen, die beim Neger ı *Krause* überall und bei Weissen wenigstens an den Haaren der *Labia majora* ı obenzu braun sind, häufig senkrecht stehen. Im Grunde des Haarbalges hängt äussere Scheide, indem ihre Zellen gleichmässig rund werden, meist unmittelbar und Abgrenzung mit den rundlichen Zellen der Haarzwiebel, die die Haarpapille überen, zusammen. Die äussere Wurzelscheide ist im Allgemeinen ungefähr 3—5mal lick als die innere Scheide, verdünnt sich aber nicht selten nach oben zu etwas und t nach unten ohne Ausnahme in eine ganz schmale Schicht aus, die in einzelnen en den Grund des Haarbalges nicht erreicht. An stärkeren Haaren misst sie in der e der Wurzel 40—67 μ und hat 5—12 Lagen von Zellen.

Die innere Wurzelscheide (Fig. 82 u. 86) ist eine durchsichtige Haut, he fast vom Grunde des Haarbalges an über etwa ²/₃ desselben sich erstreckt und scharf abgeschnitten endet. Dieselbe ist äusserlich mit der äussern Scheide, innermit dem Oberhäutchen des Haares fest verbunden, so dass kein Zwischenraum ıchen ihr und dem Haare sich befindet, zeichnet sich besonders durch ihre grössere

Festigkeit und Federkraft aus und besteht, abgesehen von ihren untersten Theilen, aus zwei Schichten, der **eigentlichen innern Scheide** und dem **Oberhäutchen**, das zur Unterscheidung von demjenigen des Haares als **Oberhäutchen der Wurzelscheide** bezeichnet werden muss. Die **eigentliche innere Scheide** zeigt zwei oder selbst drei Lagen vieleckiger, länglicher, durchsichtiger und etwas gelblicher Zellen, die alle mit ihrer Längsaxe derjenigen des Haares gleichlaufen (Fig. 82). Die äusserste Lage (Fig. 86. *e* u. 87. *A*), die früher allein bekannt war, innere Wurzelscheide von *Henle*, wird von längeren, kernlosen Zellen von 36—45 μ Länge und 9—13 μ Breite gebildet, die der Länge nach stark zusammenhängen und bei den gewöhnlichen Untersuchungsweisen nach Zusatz von Essigsäure, Natron oder Kali, die das Haar aufquellen machen, und beim Zerrupfen längliche schmalere und weitere Spalten zwischen sich enthalten und das Bild einer durchlöcherten Hülle geben. An ganz frischen Haaren sieht man jedoch, wenn alle Reagentien und andern Eingriffe vermieden werden, an der oberen Hälfte der fraglichen Schicht von Oeffnungen meist keine Spur und an der untern (von der feinfaserigen Stelle der Rinde an abwärts) höchstens Andeutungen derselben in Gestalt von, je nach der Einstellung, helleren oder dunkleren Strichen, ähnlich denen der Rinde des Schaftes; es bleibt daher kaum etwas anderes übrig, als die Oeffnungen, wie man sie gewöhnlich sieht, von 11—18 μ Länge und 2—7 μ Breite für durch künstliche Zerrung der Hülle erzeugte zu erklären. In der eigentlichen innern Wurzelscheide kommen zweitens auch Zellen vor, die nie Lücken zwischen sich darbieten. Dieselben (Fig. 86. *f*; 87. *B*), die eine einfache oder doppelte Lage ausmachen (*Huxley's* Schicht) liegen **nach innen** von der gewöhnlich durchlöcherten

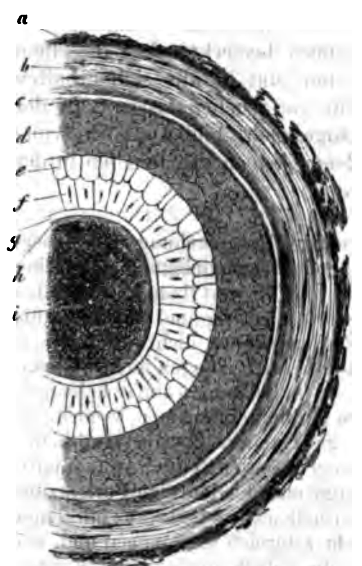


Fig. 86.

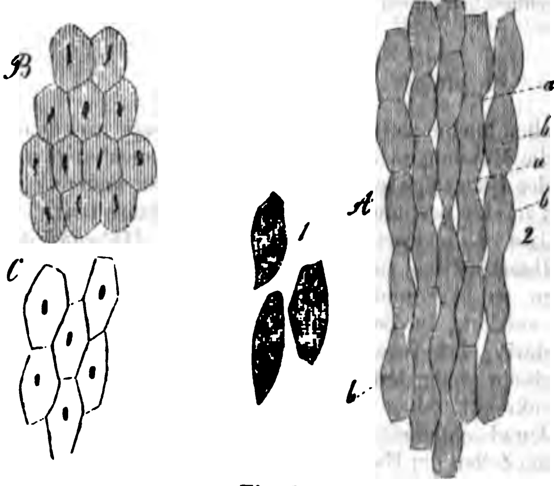


Fig. 87.

Fig. 86. Querschnitt durch ein Kopfhaar sammt dem Balge, etwas unterhalb der Mitte des letzteren, 350mal vergr. *a*. Längsfaserhaut des Haarbalges wenig entwickelt. *b*. Querfaserschicht mit Bindegewebskörperchen. *c*. Glashaut. *d*. Aeussere Wurzelscheide. *e*. Innere Wurzelscheide, äussere Lage. *f*. Dieselbe innere Lage. *g*. Oberhäutchen des Haarbalges. *h*. Oberhäutchen des Haares. *i*. Haar selbst.

Fig. 87. Elemente der innern Wurzelscheide, 350mal vergr. *A*. Aus der äussern Schicht 1, isolirte Plättchen derselben; 2. dieselbe im Zusammenhang aus den obersten Theilen der fraglichen Lage nach Behandlung mit Natron. *a*. Oeffnungen zwischen den Zellen *b*. *B*. Zellen der innern nicht perforirten Schicht mit länglichen und leicht zackigen Kernen. *C*. Kernhaltige Zellen des einschichtigen untersten Theiles der innern Scheide.

Schicht, die ich immer nur als einfache Zellenlage gesehen, sind kürzer und breiter als die schon beschriebenen Zellen (31—108 μ lang, 14—23 μ breit), jedoch ebenfalls vieleckig, und besitzen, wenigstens in der untern Hälfte der Wurzelscheide, deutliche, längliche, oft in Spitzen verlängerte Kerne von 9—14 μ. Der Durchmesser der ganzen innern Wurzelscheide beträgt im Mittel 15—35 μ, woraus ersichtlich ist, dass die Zellen derselben, die höchstens drei Lagen bilden, mindestens 5—11 μ Dicke besitzen. Dieselben sind ohne weiteres in ihrer natürlichen Lage und beim Zerzupfen der Wurzelscheide zu erkennen und trennen sich in Natron und Kali leicht von einander (Fig. 87), jedoch ohne aufzuquellen, was, so wie die geringe Veränderlichkeit derselben in Alkalien überhaupt, eine Eigenthümlichkeit dieser Zellen ist, die sie nur noch mit den Oberhautplättchen des Haares theilen.

Im Grunde des Haarbalges besteht die eigentliche innere Wurzelscheide nur aus einer einzigen Lage schöner, grosser, vieleckiger, kernhaltiger Zellen ohne Oeffnungen zwischen denselben (Fig. 87. C), welche, zuletzt weich, zart und rundlich geworden, ohne scharfe Grenzen in die äussern Lagen der runden Zellen der Haarzwiebel übergehen. Nach oben steht diese Hülle nicht selten etwas von dem Haare ab und endet unweit der Einmündungsstelle der Talgdrüsen mit einem scharfen gezackten Rande, welcher durch die einzelnen mehr oder weniger vorragenden Zellen derselben gebildet wird. Von da an aufwärts wird ihre Stelle von der äussern Wurzelscheide eingenommen, deren innerste Zellen bald alle Eigenschaften derer der Hornschicht der Oberhaut annehmen.

Das **Oberhäutchen der innern Wurzelscheide** liegt der innern Wurzelscheide in ihrer ganzen Ausdehnung dicht an und gleicht dem Oberhäutchen des Haares selbst, an welches dasselbe unmittelbar angrenzt, sehr. Dasselbe (Fig. 82. *d* und 86. *g*) tritt besonders bei Zusatz von Kali und Natron hervor, zieht sich bei etwelchem Drucke häufig zugleich mit der innern Wurzelscheide von dem Haare ab, während das Oberhäutchen des Haares wellenförmig sich biegend, auf der Rindensubstanz liegen bleibt, und ist dann zumal sowohl in der Seiten-, als in der Flächenansicht leicht zu erforschen. An ausgerissenen Haaren findet sich diese Schicht nur dann vor, wenn dieselben noch von der innern Wurzelscheide überzogen sind, sonst bleibt sie im Haarbalge zurück. Ihre Elemente sind kernlose, dachziegelförmig sich deckende, breite, in Alkalien nie aufquellende und sehr schwer lösliche Zellen, die jedoch dicker sind als die des Oberhäutchens des Haares, und in der Richtung des Längendurchmessers des Haares nur 5—9 μ messen. Die ganze Schicht misst 3,6—5 μ und setzt sich an der Haarzwiebel mit einer ziemlich scharfen Grenze in kernhaltige grosse Zellen fort, deren Verhältnisse genau dieselben sind, wie die, in welche das Oberhäutchen des Haares selbst übergeht, nur dass die Zellen im Allgemeinen kleiner sind.

Mit *Reichert* betrachte ich die äussere Wurzelscheide als Epidermis des Balges und die innere sammt ihrem Oberhäutchen als selbständige zum Haare gehörige Lage, nur kann ich beim fertigen Haare nicht, wie *Reichert* es zu thun scheint, auch ein Wachsthum der innern Wurzelscheide annehmen. Nach *Moleschott* und *Chapuis* erreicht die äussere Wurzelscheide den Grund des Haarbalges nicht und hängt somit auch nicht mit den rundlichen Zellen der Zwiebel zusammen: hiermit stimme ich für einzelne Fälle bei, in andern ist aber der angegebene Zusammenhang sicher da, wie am besten die sich wiedererzeugenden Haare lehren.

§. 61.

Entwickelung der Haare und Haarwechsel. Die Haare entwickeln sich am Ende des dritten oder im Anfange des vierten embryonalen Monates und zwar in der Weise, dass die Schleimschicht der Oberhaut kleine zapfenförmige Wucherungen nach Innen bildet, die sogenannten »Haarkeime« oder genauer bezeichnet, die An-

lagen der Haare und eines guten Theils der Haarsäckchen, nämlich der Wurzelscheiden. Diese beim Menschen sicherlich nicht hohlen Wucherungen der Epidermis nun erhalten von der *Cutis* eine Umhüllung, welche anfänglich nicht gerade als etwas

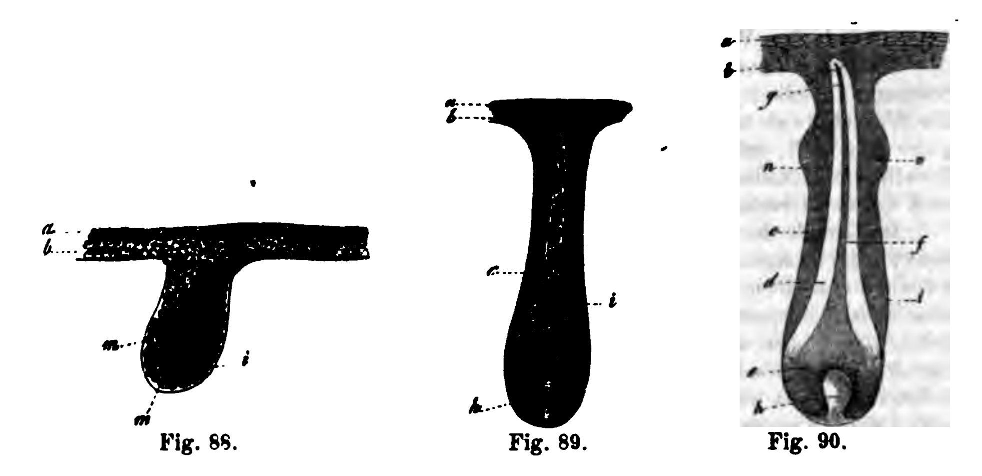


Fig. 88. Fig. 89. Fig. 90.

Selbständiges auftritt, vielmehr erscheint, wie in allen diesen Fällen, die Epidermiswucherung als das Wesentliche und Bestimmende und tritt die Umhüllung von den gefässhaltigen Theilen erst später mehr hervor und stellt dann den der *Cutis* angehörigen Theil des Haarbalges dar. Im weiteren Verlaufe nun gestalten sich die Wucherungen der Schleimschicht der Epidermis zu langen flaschenförmigen Gebilden, in deren Grund von der Anlage des Haarbalges aus eine Wucherung sich hineinbildet, die Anlage der »Haarpapille«, in der nach *Remak* schon früh Gefässe sichtbar werden. Zugleich sondern sich die Epidermiszellen der Haaranlage in zwei Schichten, eine innere, in welcher die Elemente eine mehr gestreckte Form annehmen, Anlage des Haares und der inneren Wurzelscheide, und eine äussere, deren Zellen mit den Zellen der Schleimschicht in Verbindung bleiben und die äussere Wurzelscheide darstellen. Endlich trennt sich die innere Lage nochmals in zwei, das Haar und die innere Wurzelscheide. Somit bildet sich das Haar mit seinen Scheiden einfach durch Differenzirung der Zellen der primitiven soliden Epidermisanlage und erscheint gleich von Anfang an als ein ganzes kleines Härchen mit Wurzel, Schaft und Spitze, welches jedoch zuerst nicht hervorragt, sondern von beiden Lagen der Oberhaut bedeckt ist. Einmal gebildet beginnen die Härchen zu wuchern und brechen bald durch, ein Vorgang, der wahrscheinlich einem guten Theile nach dadurch zu Stande kommt, dass die Hornschicht der Epidermis in der That abgehoben wird, oder durch Abschuppungen verloren geht. Dieses

Fig. 88. Haaranlage von der Stirn eines 16 Wochen alten menschlichen Embryo, 350mal vergr.; *a*. Hornschicht der Oberhaut; *b*. Schleimschicht derselben; *i*. structurlose Haut aussen um die Haaranlage herum, die sich zwischen Schleimschicht und Corium fortzieht; *m*. rundliche, zum Theil längliche Zellen, welche die Haaranlage vorzüglich zusammensetzen.

Fig. 89. Anlage eines Augenbrauenhaares von 475 μ, 50mal vergr., deren innere Zellen einen deutlichen Kegel bilden, noch ohne Haar, aber mit angedeuteter Papille. *a*. Hornschicht der Oberhaut; *b*. Schleimschicht derselben; *c*. äussere Wurzelscheide des späteren Balges; *i* structurlose Haut aussen an derselben; *h*. *Papilla pili*.

Fig. 90. Haaranlage von den Augenbrauen mit eben entstandenem, aber noch nicht durchgebrochenem Haar von 630 μ Länge. Die innere Wurzelscheide überragt oben die Haarspitze in etwas und seitlich am Halse des Balges zeigen sich in Gestalt zweier warzenförmigen Auswüchse der äusseren Wurzelscheide die ersten Anlagen der Talgdrüsen.

Durchbrechen der Haare beginnt am Ende des fünften Monates am Kopfe und der Augenbrauengegend und endet in der 23—25. Woche an den Extremitäten. Die eben hervorgebrochenen Haare haben eine sehr regelmässige Stellung, wie diess namentlich von *Eschricht* vor Jahren genauer verfolgt und durch Abbildungen versinnlicht worden ist. Es convergiren nämlich dieselben nach gewissen Linien hin und divergiren von gewissen Puncten oder Linien aus, so dass sie eigenthümliche federartige Zeichnungen, Wirbel, Kreuze u. s. w. bilden, deren detaillirte Schilderung jedoch nicht im Bereiche der Aufgabe dieses Werkes liegt.

Die embryonalen Haare (Wollhaare, *Lanugo*), einmal hervorgebrochen, wachsen bis gegen das Ende des Embryonallebens fort und können unter Umständen, namentlich am Kopfe, einen ziemlich dichten Ueberzug bilden, doch finden sich in dieser Beziehung grosse Verschiedenheiten. Schon während des Embryolebens fällt auch ein Theil der Haare aus, kommt in das Amnioswasser, wird unter Umständen vom Fötus verschluckt und findet sich dann im Darmcanal und den Fäcalmassen (*Meconium*), welche gleich nach der Geburt zuweilen in ziemlich beträchtlicher Menge entleert werden. Bald nach der Geburt fällt die *Lanugo* aus und bilden sich neue Haare an der Stelle der verlorenen. Diese Neubildung von Haaren geht, wie ich an den Augenbrauen eines einjährigen Kindes gezeigt habe, von den Haarsäcken der Wollhaare aus, die an oder aus ihren Enden Sprossen treiben, aus welchen sich dann die neuen Haare bilden. Genauer bezeichnet gehen diese Sprossen von der äusseren Wurzelscheide der Haarbälge der Wollhaare aus, welche, nichts als das *Rete Malpighii* des Haarbalges ist, und entwickeln ganz nach dem Typus der embryonalen Haarsäckchen in sich ein neues Haar sammt einer inneren Wurzelscheide, welches dann allmählich neben dem Wollhaare in die Höhe wächst und endlich zu derselben Oeffnung herauskommt. Während diess geschieht, wird die Ernährung des Wollhaares dadurch gestört, dass es durch den an seiner Basis gebildeten Fortsatz seiner Scheiden von seinem Ernährungsorgane, der gefässhaltigen Haarpapille, abgehoben worden ist, in Folge dessen dann seine untersten Zellen verhornen, während sie in der Zwiebel lebenskräftiger Haare ganz weich sind. Ist die Haarzwiebel verkümmert und das Wollhaar immer mehr nach aussen geschoben, so fällt dasselbe endlich aus und nimmt das secundär gebildete Haar die Stelle desselben ein. In dieser Weise entstehen offenbar an allen Stellen statt der Wollhaare die bleibenden Haare, wobei nur noch das zu bemerken ist, dass solche Neubildungsvorgänge wahrscheinlich selbst noch beim Erwachsenen sich finden und mithin wohl auch dem Menschen nicht bloss ein einmaliger Haarwechsel zukommt.

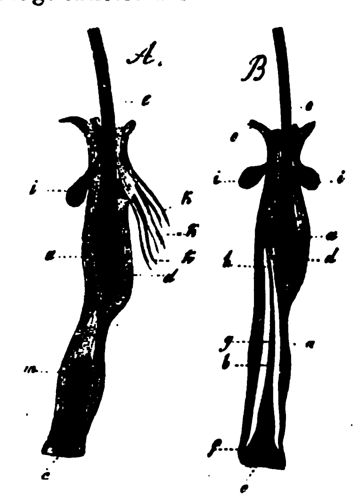


Fig. 91.

Fig. 91. Ausgezogene Augenwimpern eines einjährigen Kindes, 20mal vergr. *A*. Eine solche mit einem Fortsatze der Zwiebel oder äusseren Wurzelscheide von 552 μ, in welchem die centralen Zellen länglich sind (ihr Pigment ist nicht wiedergegeben) und als ein deutlicher Kegel von den äusseren sich abgrenzen. *B*. Augenwimper, in deren Fortsatz von 675 μ Länge der innere Kegel in ein Haar und eine innere Wurzelscheide umgebildet ist. Das alte Haar ist höher heraufgerückt und besitzt ebenso wenig wie in *A*. eine innere Wurzelscheide. *a*. Aeussere, *b*. innere Wurzelscheide des jungen Haares, *c*. Grube für die Haarpapille, *d*. Zwiebel, *e*. Schaft des alten Haares, *f*. Zwiebel, *g*. Schaft, *h*. Spitze des jungen Haares, *i*. Talgdrüsen, *k*. drei Schweisscanäle die in *A*. in den oberen Theil des Haarbalges einmünden, *l*. Uebergang der äusseren Wurzelscheide in die Schleimschicht der Oberhaut.

Für weitere Einzelheiten in Betreff der Bildung der Haare verweise ich auf meine mikr. Anat. und die unten citirten Arbeiten und bemerke ich nur noch mit Bezug auf die neueste Untersuchung von *Werthheim* über die Wiedererzeugung der Haare, dass der sogenannte Fortsatz des Haarbalges, in dem das neue Haar sich entwickelt, nicht der zusammengefallene Haarbalg ist sondern der tiefste Theil des Haarbalges, aus dem durch eine Wucherung der Zellen der Haarzwiebel und der äusseren Wurzelscheide das alte Haar verdrängt wurde. Nach dem was ich beim Menschen sah bildet sich das neue Haar auch nicht auf einer neuen Papille wie *Werthheim* glaubt, sondern auf der alten.

Zur mikroskopischen Untersuchung wählt man am besten vor Allem ein weisses Haar und seinen Balg, nachher auch gefärbte. Querschnitte von Haaren erlangt man dadurch, dass man sich zweimal kurz hintereinander rasirt (*Henle*), oder Haare auf einem Glase (*H. Meyer*), oder ein Haarbündel zwischen zwei Kartenblättern (*Bowman*), oder in einen Kork eingeklemmt (*Harting*) schneidet; *Reichert* benutzt hierzu in Gutta Percha eingelassene Haare; Längsschnitte gewinnt man durch Schaben eines feineren oder Spalten eines dickeren Haares. Die Haarbälge untersuche man einzeln mit oder ohne Haar oder an Querschnitten getrockneter Haut; durch Zerzupfen kann man die verschiedenen Schichten derselben trennen, durch Essigsäure die Kerne der beiden äusseren erkennen; die Papille sieht man am besten in den Bälgen weisser Haare. Die äussere Wurzelscheide folgt beim Ausreissen der Haare meist mit ihrem obern Theile, oft ganz mit, und löst sich an erweichter Haut ungemein leicht mit dem Haare; ihre Zellen sieht man ohne Zusätze oder durch etwas Essigsäure und Natron. Die innere Wurzelscheide findet sich an ausgerissenen Haaren oft ganz, und kann schon ohne weitere Vorbereitung oder nach Ablösung der äussern Scheide in allen ihren Theilen erkannt werden. Noch deutlicher machen sie Natron und Kali in kurzer Zeit. Die Oberhäutchen müssen vorzüglich mit Alkalien und Schwefelsäure erforscht werden, ebenso das Haar selbst, worüber das Wichtigste schon angegeben wurde und Ausführlicheres bei *Donders* und *Moleschott* (l. l. c. c.) zu lesen ist, nur das hebe ich hervor, dass auch hier Anwendung eines höhern Wärmegrades viele Zeit erspart. — Will man die Haare beim Fötus erforschen, so zieht man, wenn derselbe jünger ist, einfach die Oberhaut ab und findet an der Innenfläche die Anlagen derselben; an älteren Embryonen macht man feine Hautdurchschnitte oder nimmt mit der Oberhaut auch die Lederhaut weg, in welchem Falle dann Natron gute Dienste leistet.

Literatur. *v. Laer, De structura capill. hum. observationibus microscopicis illustr. Dissert. inaug. Traject. ad Rhenum* 1841, und Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 45, Nr. 147; *Kohlrausch* in *Müll.* Arch. 1846, p. 300; *Jäsche, De telis epithelialibus in genere et de iis vasorum in specie. Dorpat.* 1847; *Kölliker*, in Mitth. der Zürch. naturf. Ges. 1847, p. 177, und 1850, Nr. 41; *Hessling* in Fror. Not. 1848. Nr. 113; *Langer* in den Denkschr. d. Wien. Akad. 1850, Bd. I.; *E. Reissner, De hominis mammal. pilis Dorp.* 1853. *Dissert.* und Beitr. z. Kenntn. der Haare, 1854 mit 2 Taf.; *C. B. Reichert*, in Zeitschr. f. klin. Med. 1855, Bd. VI, p. 1; *J. H. Falck, De hominis mammaliumque domest. pilis Diss. Dorp.* 1856; *Förster*, in Arch. f. path. Anat. Bd. XII, p. 569; *Donders*, Unt. über d. Entwickelung u. den Wechsel der Cilien, Arch. f. Ophthalm. Bd. IV. 1. p. 286; *A. Spiess*, Das Verhalten der Centraltheile des Haares im physiol. und path. Zustande, in Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. Bd. V, p. 1; *J. A. Moll*, Ueber den Haarwechsel, Arch. f. holländ. Beitr. II, p. 169; *P. Chapuis, Rech. s. la Struct. des poils et follic. pileux*, in *Annales d. sc. nat.* XIII, p 353, ders. und *Moleschott*, in *Molesch.* Unters. Bd. VII, p. 325; *L. L. Vaillant, s. l. Système pileux de l'esp. hum. Paris* 1861. *Thèse*; *G. Werthheim*, in Sitzungsber. d Wiener Akad. Bd. 50; *O. Schrön*, in *Moleschott's* Unters. Bd. IX, St. 363. Die vergleichende Anatomie der Haare ist behandelt von *Heusinger*, in Meck. Arch. 1822. 1823 und System der Histologie; *Erdl*, in Abh. d. Münch. Akad. III. II; *Gegenbaur* in Verh. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg 1850 und Zeitschr. f. wiss. Zool. III. p. 13; *Steinlin*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. IX; *Leydig*, in *Müll.* Arch. 1859. p. 686, 706 ff.; *H. Welcker*, Ueber die Entw. u. d. Bau d. Haut und d. Haare von *Bradypus*, Halle 1864 (Abh. d. nat. Ges. zu Halle. Bd. IX).

IV. Von den Drüsen der Haut.

A. Von den Schweissdrüsen.

§. 62.

Die Schweissdrüsen, *Glandulae sudoriparae*, sind einfache, aus einem zarten, mehr oder weniger gewundenen Gange bestehende, den Schweiss absondernde Drüschen, welche mit Ausnahme der vertieften Seite der Ohrmuschel, des Gehörganges, der *Glans penis*, der innern Lamelle des *Praeputium*, und anderer weniger Stellen in der ganzen Haut vorkommen und mit zahlreichen feinen Oeffnungen an der Oberfläche derselben ausmünden.

§. 63.

An jeder Schweissdrüse (Fig. 49. *g*, Fig. 92) unterscheidet man den Drüsenknäuel (Fig. 92. *a*, Fig. 49. *g*) oder die eigentliche Drüse von dem Ausführungsgange, dem *Canalis sudoriferus* (Fig. 49. *h*, Fig. 92. *b*). Jener ist ein rundliches oder länglichrundes Körperchen von gelblicher oder gelbröthlicher durchscheinender Farbe, das in der Regel 0,3—0,4 mm misst, an den Augenlidern, der Haut des *Penis*, des *Scrotum*, der Nase, der gewölbten Seite der Ohrmuschel dagegen nur 0,2 mm beträgt, während dasselbe im Warzenhofe und in der Nähe desselben, an der Wurzel des *Penis* und zwischen dem *Scrotum* und *Perinaeum* bis zu 1 mm, endlich in der behaarten Stelle der Achselhöhle zu 1—3 mm Dicke und 2—7 mm Breite ansteigt.

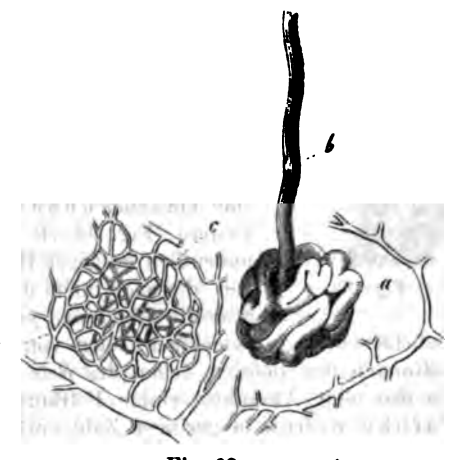


Fig. 92.

Die Schweissdrüsen liegen in den meisten Fällen in den Maschen der *Pars reticularis* der Lederhaut, bald etwas höher, bald etwas tiefer, umgeben von Fett und lockerem Bindegewebe neben oder unter den Haarbälgen. Seltener trifft man sie im Unterhautzellgewebe oder an den Grenzen desselben, so z. B. in der *Axilla*, der *Areola mammae* zum Theil, an den Augenlidern, dem *Penis* und *Scrotum*, der Handfläche und Fusssohle. An den zwei letztgenannten Orten stehen sie reihenweise unter den Riffen der Lederhaut und ziemlich gleichweit von einander; an andern Orten trifft man sie meist regelmässig, je eine oder zwei in einer Masche der Lederhaut, doch gibt es nach *Krause* Strecken von 0,5—1 mm, wo sie gänzlich vermisst werden oder in Gruppen von drei oder vier nahe beisammen vorkommen. In der Achselgrube bilden die Drüsen eine zusammenhängende Schicht unter der Lederhaut.

Nach *Krause* finden sich auf einem □" Haut zwischen 400—600 Drüsen an der hintern Seite des Rumpfes, an der Wange, und den ersten zwei Abschnitten der untern Extremitäten; 924—1090 an der vordern Seite des Rumpfes, am Halse, an der Stirn, dem Vorderarme, dem Hand- und Fussrücken, 2685 an der Sohle, 2736 an

Fig. 92. Ein Schweissdrüsenknäuel und seine Gefässe, 35mal vergr. *a*. Drüsenknäuel; *b*. Ausführungsgang oder Schweisscanal; *c*. Gefässe eines Drüsenknäuels nach *Todd-Bowman*.

der Handfläche. Die Gesammtzahl der Schweissdrüsen, ohne die der Achsel, schlägt *Krause* annäherungsweise aber etwas zu hoch zu 2,381,248 an und den Gesammtrauminhalt derselben mit Inbegriff derer der *Axilla* zu 39,653 Cubikzoll.

Die Gefässe der Schweissdrüsen sind vorzüglich schön an denen der Achselhöhle zu sehen (Fig. 92); auch an den andern sieht man hie und da Gefässe (am schönsten am *Penis*, wo z. B. Drüsen von 0,7 mm von den zierlichsten Verästelungen einer Arterie von 140 μ in ihrem Innern versorgt werden), und an gut gelungenen Injectionen der Haut erscheinen die Drüsen als röthliche Körperchen. Nerven sind an ihnen bisher noch nicht gefunden.

§. 64.

Feinerer Bau der Drüsenknäuel. Die Schweissdrüsen bestehen in der Regel aus einem einzigen, vielfach gewundenen und zu einem Knäuel verschlungenen, nach *Krause* in einem Falle 1,6 mm langen Röhrchen, welches in seinem ganzen Verlaufe so ziemlich dieselbe Weite besitzt und an der Oberfläche des Knäuels oder im Innern desselben leicht angeschwollen blind endet. Nur bei den grossen Drüsen der Achselhöhle ist das Drüsenrohr meist mehrfach gabelig in Aeste getheilt, die wiederum sich spalten, in seltenen Fällen selbst untereinander sich verbinden, und dann erst, nachdem sie oft noch kleine Blindsäcke abgegeben haben, jeder für sich blind enden. — Die Drüsenröhrchen sind entweder dünnwandige oder dickwandige (Fig. 93). Erstere (Fig. 93. *A*) besitzen eine äussere Faserhülle aus einem undeutlich faserigen Bindegewebe mit eingestreuten länglichen Kernen, die nach innen durch eine von *Virchow* zuerst für sich dargestellte *Membrana propria* begrenzt und mit einer einfachen oder mehrfachen Lage vieleckiger Zellen von 11—16 μ besetzt ist, welche in allen Verhältnissen den tieferen Zellen des *Rete Malpighii* vollkommen gleichen, ausser dass sie fast ohne Ausnahme einige Fettkörnchen, noch häufiger gelbe oder bräunliche Farbkörnchen in geringer Zahl enthalten. Die dickwandigen Schweissdrüsencanäle (Fig. 93. *B*) haben ausser den eben beschriebenen Lagen eine mittlere Schicht von glatten der Länge nach verlaufenden Muskeln, deren leicht darstellbare Elemente als musculöse Faserzellen von 34—90 μ Länge, 4—11—18 μ Breite hie und da mit einigen Farbkörnchen sich kund geben, und jede einen rundlich-länglichen Kern enthalten. Das Epithelium ergibt sich hier in allen Fällen, in denen die Drüsenschläuche nur Flüssigkeit enthalten, als eine einfache sehr deutliche Lage 14—34 μ grosser, vieleckiger Zellen, ist dagegen bei entgegengesetzten Verhältnissen nur schwer oder selbst gar nicht zu erkennen. Das Vorkommen dieser zwei Formen von Drüsenschläuchen anlangend, so zeigt sich, dass dicke Wände und ein musculöser Bau sich besonders bei den grösseren Drüsen der *Axilla* finden, deren Schläuche durch und durch musculöse Wandungen besitzen, und hierdurch ein ganz



Fig. 93.

Fig. 93. Schweissdrüsenröhrchen, 350mal vergr. *A*. Ein dünnwandiges mit einem freien Raume im Innern und ohne Musculatur, von der Hand. *a*. Bindegewebshülle; *b*. Epithel; *c*. Lumen. *B*. Ein Stück eines Röhrchens ohne Lichtung und mit einer Muskellage, vom Scrotum. *a*. Bindegewebe; *b*. Muskellage; *c*. Zellen, die das Drüsenrohr erfüllen, mit gelben Körnchen im Inhalt.

eigenthümliches streifiges Ansehen erhalten. — Einen ganz gleichen Bau sehe ich nur noch an den grossen Drüsen der Peniswurzel und der Brustwarze, wogegen allerdings noch hie und da eine nur theilweise entwickelte oder schwächere Musculatur sich findet, wie namentlich in den Drüsen der Handfläche, deren weitere Schläuche durch die Dicke ihrer Wandungen sich auszeichnen und deutlich genug, jedoch schwächer als anderwärts, Musculatur erkennen lassen. Dasselbe gilt auch von einzelnen Drüsen des *Scrotum*, selbst des Rückens, der *Labia majora*, des *Mons veneris* und der Anusgegend, jedoch mit der Beschränkung, dass oft nur ein kleinerer Theil des Drüsenschlauches, selbst nur das allerletzte blinde Ende desselben mit Musculatur versehen ist. Zartwandig und ohne Muskeln sind die Drüsen des Unterschenkels, des *Penis*, der Brustdrüsengegend (die *Areola* ausgenommen), der Augenlider und die Mehrzahl derer des Rückens und Oberschenkels, von Brust und Bauch, sowie der zwei ersten Abschnitte des Armes.

Der Durchmesser der Drüsenschläuche schwankt bei den kleineren Drüsen von 49—90 μ und beträgt im Mittel 67 μ, die Dicke der Wände misst 4—7 μ, das Epithel 14 μ, das Lumen 9—22 μ. Die Achseldrüsen besitzen einerseits Röhren von 160—220—330 μ, mit Wandungen von 13 μ Dicke ohne das Epithel, wovon die Hälfte auf die Muskellage kommt, andrerseits aber auch, und zwar die grössten Drüsen, nur solche von 68—135 μ, mit Wänden von 9 μ, auch in der *Areola* und an den Genitalien wechseln die Durchmesser bei den grösseren Drüsen, jedoch in engeren Grenzen.

Alle Schweissdrüsenknäuel sind theils im Innern von Bindegewebe (hie und da mit Fettzellen) durchzogen, welches ihre Gefässe leitet und die einzelnen Windungen ihrer Schläuche mit einander verbindet, theils besitzen sie eine äussere, den ganzen Knäuel umgebende Faserhülle (gewöhnliches Bindegewebe mit Zellen), welche an den mehr frei im Unterhautzellgewebe liegenden Knäueln (*Penis*, *Axilla* etc.) besonders hübsch entwickelt ist.

Der Inhalt der Schweissdrüsen ist in den kleineren Drüsen, die ein deutliches Lumen enthalten, eine helle Flüssigkeit ohne geformte Elemente, in den grossen Drüsen der *Axilla* dagegen eine graue oder weissgelbliche mehr weniger weiche Masse, die mikroskopisch untersucht, unzählige feine blasse Körnchen und manchmal einzelne Kerne, oder viele grössere, dunkle, farblose oder gelbliche Körner sammt Kernen und Zellen, ähnlich den beschriebenen Epithelzellen, in verschiedener Zahl enthält. Dieser Inhalt, der, wie ich finde, viel Eiweisskörper und Fett enthält und der ausnahmsweise auch in andern grösseren Drüsen, wie denen der *Areola mammae*, ja selbst in kleineren solchen sich findet, verdankt seine Entstehung einer Wucherung der Epithelzellen der Drüsenschläuche und ist somit in seiner Bildung ganz dem Hauttalge und der Milch gleichzusetzen. — In wie weit die kleineren Schweissdrüsen unter Umständen ähnliche Secrete liefern, muss durch fernere Untersuchungen festgestellt werden, auf jeden Fall aber ist so viel sicher, dass dieselben beim Schwitzen vorwiegend eine tropfbar flüssige nur wenige feste Bestandtheile haltende Absonderung liefern.

Sogenannte Schweisskörperchen (*Henle*, p. 915 und 939), d. h. den Schleimkörperchen ähnliche Gebilde, habe ich bisher weder im Schweisse des Menschen, noch in den kleineren Drüsen gefunden, doch will ich darauf aufmerksam machen, dass fast regelmässig auch in den kleineren Schweissdrüsen gewisse Canälchen — und mir schienen es immer die dem blinden Ende zunächst gelegenen zu sein — vorkommen, die keine Lichtung enthalten, sondern ganz von Epithelzellen erfüllt sind (Fig. 93. *B*), während die an den Ausführungsgang angrenzenden ohne Ausnahme eine solche von 9—22 μ zeigen. Es scheint mir daher nicht unmöglich, dass auch in den gewöhnlichen Schweissdrüsen zeitenweise ein zellenhaltiger Saft gebildet und ausgestossen wird, wie solches bei den Axillardrüsen der Fall ist, denn nach dem, was die Untersuchung der Schläuche dieser Drüsen lehrt, ist es wohl keinem Zweifel unterworfen, dass im Schweisse der Achselhöhle Körnchen, Kerne und vielleicht selbst Zellenreste vorkommen.

§. 65.

Schweissgänge. Die Ausführungsgänge der Schweissdrüsen oder die Schweissgänge, Spiralgänge (Figg. 49, 94) beginnen am obern Ende des Drüsenknäuels als einfache Röhren, steigen leicht geschlängelt senkrecht durch die *Cutis* in die Höhe und dringen dann zwischen den Papillen, nie an der Spitze derselben in die Oberhaut ein. Hier beginnen sie sich zu drehen und je nach der Dicke derselben 2—16 und mehr engere oder weitere, spiralige Windungen zu machen, bis sie schliesslich mit kleinen runden, manchmal trichterförmigen Oeffnungen, den sogenannten Schweissporen, an der freien Fläche der Oberhaut, in seltenen Fällen (s. Fig. 91) auch in die Haarbälge ausmünden.

Die Länge der Schweissgänge richtet sich nach der Lage der Drüsen und der Dicke der Haut. Ohne Ausnahme ist der Anfang des Ganges enger als die Schläuche im Drüsenknäuel selbst, und misst 20—27 μ, dann bleibt derselbe gleich eng bis zu seinem Eintritte in das *Stratum Malpighii*, wo er reichlich um das Doppelte, bis zu 54—64 μ sich erweitert (Fig. 94), in dieser Breite durch die Oberhaut zieht und mit einer Mündung von 40—110 μ ausgeht. Bei den Drüsen der Achselhöhle maass der Ausführungsgang in einem Falle in der Höhe der Talgdrüsen 140—200 μ, dicht unter der Oberhaut 70 μ, in der Oberhaut selbst wieder 140 μ. — Im *Corium* haben die Schweissgänge immer eine deutliche Lichtung, eine äussere Hülle von Bindegewebe mit länglichen Kernen (bei den Drüsen der *Axilla* auch noch, wenigstens im untern Theile, Muskeln) und ein Epithelium von mindestens zwei Lagen vieleckiger kernhaltiger Zellen ohne gefärbte Körnchen. Da, wo die Schweissgänge in die Oberhaut treten, verlieren sie ihre Bindehülle, welche mit der äussersten Lage der Lederhaut zusammenfliesst und zeigen von nun an als Begrenzung nichts als Zellenlagen, welche im *Stratum Malpighii* kernhaltig, in der Hornschicht kernlos sind und den Oberhautzellen ganz gleichen, mit der einzigen Ausnahme, dass sie namentlich in der Hornschicht mehr senkrecht stehen. Eine Lichtung ist in der Oberhaut manchmal deutlich, anderemale zieht sich ein körniger Streifen an der Stelle derselben durch den Canal hin, dessen Bedeutung vielleicht die einer Absonderung oder eines Niederschlages aus einer solchen ist. Die Schweissporen, deren Lagerung, entsprechend derjenigen der Schweissdrüsen, bald sehr regelmässig, bald mehr unregelmässig ist, sind an der Handfläche und Fusssohle von blossem Auge eben noch zu sehen, an anderen Orten nur durch das Mikroskop zu erkennen. — Hie und da vereinen sich die Ausführungsgänge zweier Drüsen in einen Gang (*Krause*).

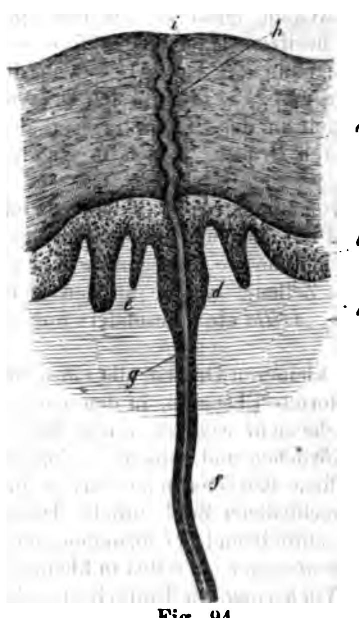


Fig. 94.

Fig. 94. Senkrechter Schnitt durch die Oberhaut und äussere Coriumfläche der Daumenbeere quer durch zwei Leistchen, 50mal vergr. und mit Essigsäure behandelt. *a.* Hornschicht der Oberhaut. *b.* Schleimschicht. *c.* Lederhaut. *d.* Einfache Papille. *e.* Zusammengesetzte Papille. *f.* Epithelium eines Schweissganges, in die Schleimschicht übergehend. *g.* Lichtung desselben in der Lederhaut. *h.* In der Hornschicht. *i.* Schweisspore.

§. 66.

Entwickelung der Schweissdrüsen. Die Schweissdrüsen entwickeln sich genau nach dem Typus der Talgdrüsen. Die ersten Anlagen derselben, die im fünften Fötalmonate erscheinen, gleichen denen der Haarbälge sehr und sind nichts als solide flaschenförmige Auswüchse (Fig. 95) des *Rete Malpighii* der Oberhaut, die 67—200 μ weit in die *Cutis* sich hinein erstrecken und von einer dünnen Hülle der letzteren umgeben sind. Im weiteren Verlaufe werden diese Auswüchse länger und gestalten sich im sechsten Monate zu leicht gewundenen schmächtigen Anhängen, deren Enden kolbig erweitert sind, bestehen jedoch immer noch durch und durch aus kleinen rundlichen Zellen. Erst im siebenten Monate zeigen die Drüsen im Innern einen Canal, dessen Entstehung wahrscheinlich mit dem Auftreten von Flüssigkeit zwischen den

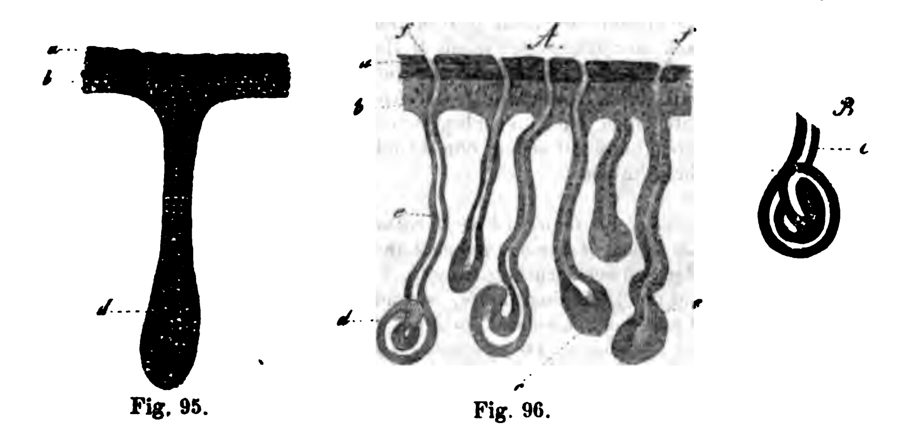


Fig. 95. Fig. 96.

centralen Zellen der Drüsenanlagen zusammenhängt, bei welchem Vorgange vielleicht auch ein Theil dieser Zellen sich auflöst in derselben Weise, wie diess bei der Bildung der Höhlungen in den Talgdrüsen gefunden wird. Um dieselbe Zeit, wo die *Lumina* auftreten, zeigen auch die Enden der Drüsenanlagen ein vermehrtes Wachsthum, verdicken sich und krümmen sich retortenförmig, sodass jetzt auch die Anlagen der späteren Drüsenknäuel zu erkennen sind (Fig. 96). Während diess geschieht, brechen dann auch die Höhlen nach aussen durch und entstehen die Oeffnungen der Schweisscanäle, ein Vorgang, der durch Fortsetzung der Lückenbildung auf das *Rete Malpighii* der Oberhaut und Abschuppung der Hornschicht sich erklären lässt. In den letzten Monaten der Schwangerschaft bilden sich dann die Drüsen vollständig aus, sodass sie bei Neugebornen, abgesehen von der Grösse, in Nichts von denen des Erwachsenen sich unterscheiden.

Art der Untersuchung. Zur Untersuchung der Lage der Schweissdrüsen und ihrer Ausführungsgänge fertigt man feine Schnitte frischer oder leicht getrockneter Haut der Fusssohle oder Handfläche an, die man durch Essigsäure oder Natron durchsichtig macht.

Fig. 95. Schweissdrüsenanlage von einem fünfmonatlichen menschlichen Embryo, bei 350maliger Vergrösserung. *a.* Hornschicht der Oberhaut, *b.* Schleimschicht, *c. Corium*, *d.* Drüsenanlage ohne Lumen aus kleinen runden Zellen bestehend.

Fig. 96. *A.* Schweissdrüsenanlagen aus dem siebenten Monate, 50mal vergr. Die Buchstaben *a, b, d,* wie bei Fig. 95. Das Lumen *e.* ist durchweg vorhanden, nur reicht es nicht ganz bis ans Ende der dickeren Theile der Drüsenanlagen, die zu den Drüsenknäueln sich gestalten. Fortsetzung der Canäle in die Oberhaut hinein und Schweissporen *f.* sind da *B* Ein Knäuel einer Schweissdrüse aus dem achten Monate.

Gurlt benutzt hierzu in *Liq. Kali carbonici* erhärtete und durchsichtig gemachte Haut. *Giraldès* erweicht die Haut 24 Stunden in verdünnter Salpetersäure (1 Th. Säure, 2 Th. Wasser) und 24 Stunden in Wasser, welches Verfahren nach *Krause* sehr zweckmässig ist, da die Drüsen gelb werden und sich gut hervorheben. An in Wasser erweichten Hautstücken lässt sich mit der Oberhaut die Zellenauskleidung der Schweissgänge, nach *Tobien* sammt der Bindegewebshülle, in Gestalt von langen Röhrchen aus der Cutis herausziehen; dasselbe gelang mir an zarten Hautstellen nicht selten auch nach Benetzung derselben mit starker Essigsäure. Die Untersuchung der Drüsenknäuel selbst ist bei den Achseldrüsen sehr leicht; bei den andern muss man die Haut von innen her blosslegen und die Drüsen theils an der Innenfläche der Cutis, theils in den Maschen derselben aufsuchen, was bei einiger Aufmerksamkeit leicht gelingt, namentlich an Hand, Fuss und Brustwarze. Zu Vorweisungen eignen sich vorzüglich gut die durch *Gurlt* beschriebenen grossen Drüsen der Sohlenballen des Hundes, und noch passender wären die ganz lose im Unterhautgewebe liegenden grossen Drüsen der Vorhaut und der Haut des Euters des Pferdes. Will man die Drüsen zählen, so kann man auf Flächenschnitten der Haut ihre Oeffnungen suchen oder ein Hautstück von bestimmter Grösse nach der *Giraldès*'schen Methode behandeln und Stück für Stück untersuchen (*Krause*). Für die Erforschung der Entwickelung der Drüsen mache man mit Doppelmesser oder Rasirmesser Durchschnitte der frischen und getrockneten Haut von Ferse und Handfläche der Embryonen, auch an Embryonen in Spiritus kann man, wenn die Schnitte fein sind, die Drüsen noch ganz gut sehen, namentlich auch im ersten Augenblicke der Einwirkung von kaustischem Natron.

Literatur. *Brechet et Roussel de Vauzème*, *Recherches anatomiques et physiologiques sur les appareils tégumentaires des animaux* in *Annal. d. scienc. natur.* 1834, p. 167 u. p. 321. (Entdeckung der Schweissdrüsen); *Gurlt*, Vergleichende Untersuchungen über die Haut des Menschen und der Haussäugethiere, besonders in Bezug auf die Absonderungsorgane des Hauttalges und des Schweisses, in *Müll.* Arch. 1835, p. 399. (Erste gute Abbildung der Drüsen selbst); *Tobien*, *De glandularum ductib. efferent. Dorp.* 1853, p. 8. Ausserdem vergleiche man noch besonders die allgemeinen Werke von *Todd-Bowman*, *Henle*, *Valentin*, *Hassall* und mir, die oben bei der Haut angeführten Abhandlungen von *Krause*, mir, *Simon*, *v. Bärensprung* und *Schrön* und die bei den Haaren angeführte Abhandlung von *Leydig;* ferner die Abbildungen von *Berres Tab. XXIV.*, *R. Wagner*, *Icon. phys. Tab. XVI. Fig.* 9., *Ecker*, *Icon. phys. Tab. XVII.*, *F. Arnold*, *Icon. org. sens. Tab. XI.* und mir (Mikr. Anat. Tab. I.).

B. Von den Ohrenschmalzdrüsen.

§. 67.

Die Ohrenschmalzdrüsen, *Glandulae ceruminosae*, sind bräunliche, einfache, äusserlich den Schweissdrüsen vollkommen gleiche Drüsen, welche nicht im ganzen äussern Gehörgange, sondern nur im knorpeligen Theile desselben sich finden; sie liegen hier zwischen der Haut des Ganges und dem Knorpel oder den fibrösen Massen, die dessen Stelle vertreten, in einem derben fettarmen Unterhautzellgewebe und bilden eine zusammenhängende, dem blossen Auge leicht sichtbare gelbbraune Drüsenschicht, welche an der innern Hälfte des *Meatus cartilagineus* am mächtigsten ist, nach aussen allmählich sich verdünnt und auch lockerer wird, jedoch vollkommen so weit sich erstreckt, als der knorpelige Gang selbst.

Die Ohrenschmalzdrüsen zerfallen jede in den Drüsenknäuel und den Ausführungsgang. Ersterer (Fig. 97. *d*), von 0,2—0,5—1,7 mm Grösse, besteht aus vielfachen Windungen eines einzigen 70—140 μ, im Mittel 90—110 μ dicken Röhrchens, das hie und da, jedoch nicht beständig, kleine Ausbuchtungen besitzt und mit einem blinden, leicht angeschwollenen Ende ausgeht. Von dem Knäuel steigt ein kurzer, gerader, 38—54 μ weiter Ausführungsgang senkrecht in die Höhe, durchbohrt Lederhaut und Epidermis des Gehörganges und öffnet sich in der Regel für sich mit einer runden Oeffnung von 0,1 mm oder mündet in den obersten Theil der Haarbälge ein.

Der feinere Bau der Ohrenschmalzdrüsen ist folgender. Die Canäle der Drüsenknäuel besitzen eine Faserhülle und ein Epithel, jene von 9—11 μ Dicke, dieses von 9 μ. Die Faserhülle verhält sich gerade wie bei den grösseren Schweissdrüsen, d. h. sie besteht aus einer innern, 5—6 μ mächtigen Lage von der Länge nach verlaufenden glatten Muskeln und einer äussern Lage von Bindegewebe mit eingestreuten Zellen und hie und da queren feinen elastischen Fasern. Das Epithel sitzt wahrscheinlich auf einer *M. propria* auf und besteht aus vieleckigen, 14—22 μ grossen Zellen in einfacher Lage, die eine grössere oder geringere Zahl gelbbrauner in Alkalien und Säure in der Kälte unlöslicher Farbkörner von unmessbarer Kleinheit bis zu 4 μ oder weisslicher Fetttröpfchen bis zu 2 μ enthalten, in der Art, dass ganze Strecken einer Drüse in der Regel nur eine und dieselbe Art von Körnchen führen, woher es dann kommt, dass dieselben entweder gleichmässig bräunlich oder dunkel (bei auffallendem Lichte weisslich) aussehen. Der Inhalt der Drüsenschläuche ist bald hell und flüssig, bald körnig und vorzüglich aus Zellen, ähnlich den Epithelialzellen bestehend, woraus hervorzugehen scheint, dass hier dieselbe Art und Weise der Absonderungen vorkömmt, wie bei den Schweissdrüsen. — Die Ausführungsgänge besitzen eine Hülle von Bindegewebe und ein mehrschichtiges Epithel von kleinen, kernhaltigen, der Fett- und Farbkörner ermangelnden Zellen. In der Lichtung derselben, die jedoch nicht immer deutlich ist, finden sich bald eine helle Flüssigkeit, bald ein feinkörniger Brei in geringer Menge.

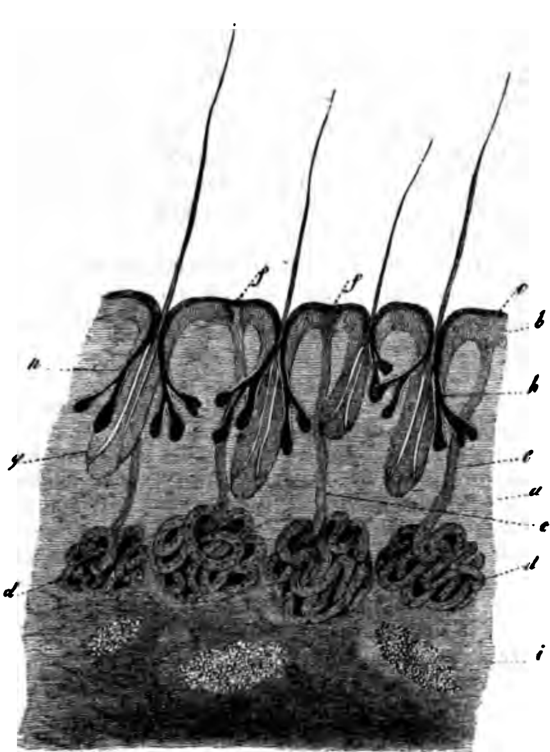


Fig. 97.

§. 68.

Als Absonderung der Ohrenschmalzdrüsen wird gemeinhin das Ohrenschmalz, *Cerumen auris*, genommen, was jedoch nur theilweise richtig ist. Untersucht man die weingelbe oder bräunliche, weichere oder festere klebrige Substanz, welche im knorpeligen Gehörgange sich bildet, so findet man, dass dieselbe aus verschiedenen Bestandtheilen zusammengesetzt ist. Abgesehen von einzelnen Härchen, hie und da einer Haarbalgmilbe und in verschiedener Zahl vorhandenen Epidermiszellen trifft man 1) sehr viele mit blassem Fette ganz erfüllte Zellen von 20—45 μ von meist länglich

Fig. 97. Durchschnitt durch die Haut des äussern Gehörganges, 20mal vergr. *a. Corium*; *b. Stratum Malpighii*; *c.* Hornschicht der Epidermis; *d.* Knäuel der Ohrenschmalzdrüsen; *e.* Ausführungsgänge derselben; *f.* ihre Mündungen; *g.* Haarbälge; *h.* Talgdrüsen des Gehörganges; *i.* Fettträubchen.

runder, abgeplatteter unregelmässiger Gestalt, in denen bei Wasser-, und noch mehr bei Natronzusatz das Fett in einzelne runde oder unregelmässig dunklere Tropfen sich scheidet, 2) viel freies Fett in Gestalt von blassen, gelblichen, kleinen rundlichen Tröpfchen, die durch Wasser als runde dunkle Körner von unmessbarer Feinheit bis zu einer Grösse von 5 μ und darüber erscheinen und erst recht deutlich hervortreten, zugleich aber auch sich entfärben, 3) gelbe oder bräunliche Körner und Körnerhaufen, frei oder selten in Zellen, im Ganzen genommen spärlich, 4) endlich, wenn die Ausscheidung flüssiger ist, auch eine geringe Menge einer klaren Flüssigkeit. Ich betrachte die erstgenannten Zellen als dem Hauttalge des äussern Gehörganges angehörig, die übrigen Theile dagegen als Absonderung der Ohrenschmalzdrüsen, die demnach eine fettreiche Flüssigkeit mit einzelnen bräunlichen Körnchen abscheiden würden.

Die Gefässe der Ohrenschmalzdrüsen verhalten sich wie die der Schweissdrüsen; in einem Falle sah ich auch eine feine Nervenfaser von 7 μ mitten in einer Drüse. — Die Entwickelung der Drüsen stimmt mit derjenigen der Schweissdrüsen überein.

Nach Allem, was ich von den Ohrenschmalzdrüsen gesehen, kann ich dieselben nur für eine Abart der Schweissdrüsen halten, womit auch *Frey* und *Henle* sich einverstanden erklären, die sie ganz und gar zu den Schweissdrüsen ziehen. — Ueber die krankhaften Zustände der Ohrenschmalzdrüsen ist nichts bekannt. Von dem Ohrenschmalze wissen wir, dass es manchmal ganz fest ist, andere Male flüssig, eiterähnlich und blass. In dem letzteren Falle, der bei Entzündungen des äussern Gehörganges eintritt, enthält dasselbe viel mehr Flüssigkeit und freies Fett als sonst und sehr schöne fetthaltige Zellen. *Meissner* will im Ohrenschmalze auch *Corpuscula amylacea* gefunden haben und *Mayer* (*Müll.* Arch. 1844. p. 404) und *Inman* (*Quart. Journ. of micr. Science* 1853) haben Fadenpilze in demselben beobachtet. — Die Untersuchung anbelangend, verweise ich auf die Schweissdrüsen.

Literatur. *R. Wagner, Icones physiologicae. Tab. XVI. Fig.* 11. *A. B*; *Krause* und *Kohlrausch* in *Müll.* Archiv 1830, p. CXVI; *Pappenheim*, Beiträge zur Kenntniss der Structur des gesunden Ohres in *Fror.* N. Not. 1838. Nr. 141. p. 131 und Specielle Gewebelehre des Gehörorgans. Breslau 1840; *Henle*, Allg. Anat. p. 915, 916, 934, 941, *Huschke*, Eingeweidelehre, p. 819; *Hassall*, Mikr. Anat. p. 427. Pl. LVII; *Valentin*, Artikel »Gewebe« im Handw. d. Phys. I. p. 755.

C. Von den Talgdrüsen.

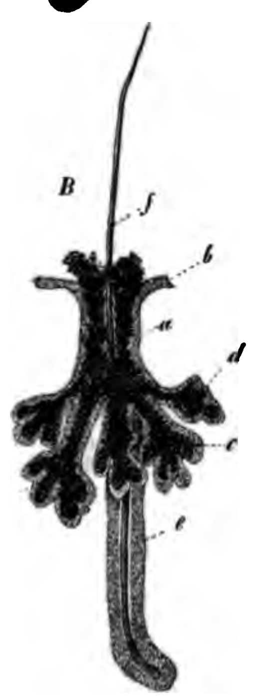
§. 69.

Die Talgdrüsen, *Glandulae sebaceae* sind kleine weissliche Drüsen, welche fast überall in der Haut sich finden und den Hauttalg oder die Hautschmiere, *Sebum cutaneum*, secerniren.

Die Gestalt der Talgdrüsen ist eine sehr verschiedenartige. Die einfachsten (Fig. 98, *A*) sind birnförmige oder längliche kurze Schläuche; bei andern, den einfachtraubenförmigen, sind zwei, drei oder noch mehr Schläuche oder Bläschen mit einem kürzern oder längern Stiele vereint, bei noch anderen endlich (Figg. 98. *B*, 99) kommen zwei, drei und noch mehr einfache Träubchen in einem gemeinsamen Gange zusammen und bilden ein zierliches zusammengesetzt traubiges Drüschen. Ausser diesen drei Formen, welche nur die Hauptabarten darstellen, finden sich nun aber noch eine ziemliche Zahl Zwischenformen, die keiner ausführlichen Beschreibung bedürfen.

Die Talgdrüsen kommen vorzüglich an behaarten Stellen vor und münden zugleich mit den Haarbälgen an der Oberfläche aus, weshalb man sie Haarbalgdrüsen

benannt hat. Bei allen stärkeren Haaren erscheinen die Drüsen als seitliche Anhänge der Haarbälge und öffnen sich mit engeren Ausführungsgängen in dieselben (Figg. 91, 97), bei Wollhaaren dagegen sind häufig Drüsengänge und Haarbälge ungefähr gleich stark (Fig. 98. *B*) und münden in einen gemeinsamen Gang, den man ebenso gut als Fortsetzung des einen als des andern Gebildes betrachten kann, oder es überwiegen selbst die Drüsengänge (Fig. 99) und treten die Haare in das untergeordnete Verhältniss, so dass sie mit ihren Bälgen in die Drüsen ausgehen und selbst zur Drüsenöffnung



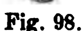


Fig. 98.

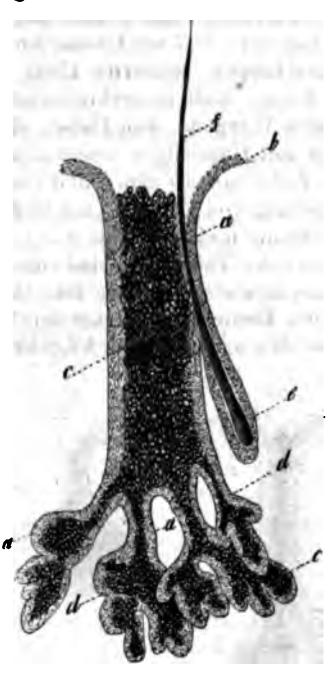


Fig. 99.

herauskommen. An unbehaarten Stellen finden sich die Talgdrüsen nur am rothen Lippenrande (ich), an den *Labia minora* (siehe unten) und der *Glans* und dem *Praeputium penis*, fehlen dagegen an der *Glans* und dem *Praeputium clitoridis*. Im Allgemeinen sitzen die Drüsen dicht an den Haarbälgen in den obern Theilen der *Cutis* und sind bei kleineren Haaren stärker als bei grösseren; doch zeigen sich im Einzelnen manche Verschiedenheiten. Was die Drüsen der stärkeren Haarbälge anbelangt, so sind dieselben meist einfach traubenförmig von 0,2—0,7 mm mittlerer Grösse und zu 2—5 um die Bälge herumgestellt. Die kleinsten von 0,2—0,4 mm finden sich je zu zweien an den Kopfhaaren, schon stärkere von 0,4—0,6 mm an den Barthaaren und

Fig. 98. Talgdrüsen von der Nase, etwa 50mal vergr. *A*. Einfache schlauchförmige Drüse ohne Haar. *B*. Zusammengesetzte Drüse, die mit einem Haarbalge zusammenmündet. *a*. Drüsenepithel, zusammenhängend mit *b*. dem *Stratum Malpighii*, der Oberhaut; *c*. Inhalt der Drüsen, Talgzellen und freies Fett; *d*. die einzelnen Träubchen der zusammengesetzten Drüse; *e*. Haarbalg (Wurzelscheide) mit dem Haare *f*.

Fig. 99. Eine ganz grosse Drüse von der Nase mit kleinem einmündendem Haarbalge, 50mal vergr. Die Buchstaben *a*-*f* wie in Fig. 98.

den längeren Haaren der Brust und Achselgrube, an denen sie meist zu mehreren um die Bälge herumliegen, die allergrössten am *Mons veneris*, den *Labia majora* und dem *Scrotum*, allwo sie, wenigstens am letzten Orte, an der unteren Grenze der *Cutis* sich befinden und je die 4—8 zusammengehörenden Drüsen die Gestalt von schönen, 0,5—1—2 mm breiten Sternen haben. An den Bälgen kleiner starker Haare finde ich kleinere Talgdrüsen meist zu zweien von 0,1—0,5 mm, so an den Augenbrauen, den Augenwimpern und den Haaren des Naseneinganges. An den Wollhaaren zeigen sich meist grössere Drüsen oder Drüsenhäufchen von 0,5—2,2 mm am allerschönsten an der Nase, dem Ohre (*Concha*, *Fossa scaphoidea* etc.), dem *Penis* (vordere Hälfte), dem Warzenhofe, namentlich an ersterer, deren Drüsen oft eine mächtige Grösse und ganz absonderliche Formen annehmen (Fig. 99), die in krankhafte Bildungen übergehen; von 0,4—0,7 mm Grösse sind die Drüsen meist auch an der *Caruncula lacrymalis*, den Lippen (behaarter Theil), an Stirn, Brust und Bauch, etwas kleiner von 0,3—0,5 mm, doch immerhin meist grösser als an den Kopfhaaren, an den Augenlidern, den Wangen, dem Halse, dem Rücken und den Gliedern. Von den Drüsen, die nicht mit Haarbälgen zusammenhängen, sind nur die des rothen Lippenrandes und der *Labia minora* zum Theil von ansehnlicher Grösse (0, 3—1 mm) und zierlich strahlenförmig von Gestalt, mit Oeffnungen von 75 μ, die andern sind meist einfach schlauchförmig und höchstens 0,3—0,4 mm lang, 0, 14 mm breit. — Die Drüsenbläschen der Talgdrüsen sind entweder rund oder birn- und flaschenförmig, ja selbst langgestreckt wie Schläuche. Ihre Grösse wechselt ungemein von 140—160 μ Länge, 40—210 μ Breite und beträgt im Mittel 70 μ bei den runden, 180 μ Länge, 70 μ Breite bei den anderen. Die Ausführungsgänge derselben sind ebenfalls von sehr verschiedenen Durchmessern, bald lang, bald kurz, weit oder eng; die Hauptausführungsgänge messen an Nase und *Labia minora* bis 750 μ Länge, 150—350 μ Breite und haben ein 35—70 μ dickes Epithel.

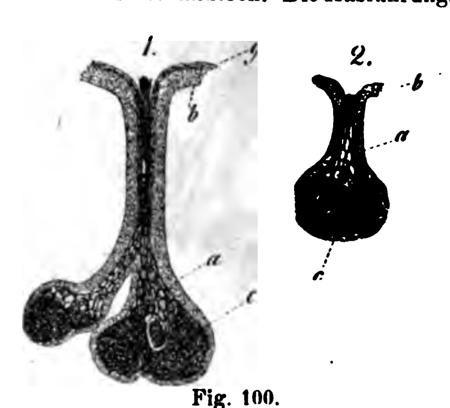


Fig. 100.

Die Talgdrüsen an der *Glans penis* und dem innern Blatte des *Praeputium* oder die *Tyson*'schen Drüsen sind sehr unbeständig und finden sich bald nur in höchst geringer Anzahl (2—10), bald in grosser Menge, selbst zu Hunderten. Dieselben sind gewöhnliche Talgdrüsen, die von denen anderer Gegenden nur dadurch sich unterscheiden, dass sie nicht mit Haarbälgen in Verbindung stehen, sondern frei in der Haut sich öffnen. Man unterscheidet sie meist schon mit freiem Auge als kleine weissliche, nicht über die Haut hervorragende Puncte, und an mit Natron oder Essigsäure behandelten Hautlamellen lassen sich auch mikroskopisch ihre Eigenthümlichkeiten sehr leicht studiren. Es ergibt sich, dass dieselben theils einfach schlauchförmig, theils einfach traubenförmig sind. Die ersteren besitzen einen rundlichen oder birnförmigen Schlauch von 110—270 μ Durchmesser und einen geraden Ausführungsgang von 220 μ Länge und 55—75 μ Breite, die letzteren haben 2, 3, höchstens 5 Endbläschen und messen 80—400 μ im Ganzen; die Oeffnungen der beiderlei Drüsen von 50—140 μ sind nicht schwer zu sehen. Bezüglich auf den Sitz dieser Drüsen bemerke ich, dass ich dieselben, 10—50 und darüber an Zahl, an der Vorhaut (innerem Blatt), besonders in der Gegend des *Frenulum* und ihres vorderen Theiles nie vermisse, während sie an der *Glans* selbst und ihrem Halse bald vollkommen

Fig. 100. Zwei Talgdrüsen, die grössere 1. von dem innern Blatte der Vorhaut, die kleinere 2. von der *Glans penis*, 50mal vergr. *a.* Drüsenepithel, sich fortsetzend in die *Malpighi*'sche Schicht der Haut *b. c.* Drüseninhalt mit einzelnen grösseren Fetttropfen. *g.* Hornschicht der Oberhaut, etwas in den Drüsengang sich hineinziehend.

ingeln, bald, und dann meist in grösserer Zahl bis auf 100, besonders an ihrer vorderen 'läche vorkommen. An der Vorhaut sind die Drüsen vorzüglich traubige, hier mehr einiche. Der Inhalt derselben ist vollkommen wie bei den Talgdrüsen, namentlich fetthltige Zellen, worüber unten mehr.

Die Talgdrüsen der weiblichen äusseren Genitalien finden sich an der innern id äussern Seite der *Labia minora* meist in grosser Menge und sind zum Theil eben so oss wie die an den kleinen Härchen der Innenfläche der *Labia majora*, zum Theil einer. *Glans* und inneres Blatt des *Praeputium clitoridis* haben mir nie Talgdrüsen rgeboten, obschon Burkhardt von solchen an der *Corona clitoridis* spricht, wohl aber einzelnen Fällen die Umgegend der Harnröhrenmündung und der Scheideneingang lbst. Die von mir aufgefundenen Talgdrüsen des rothen Lippenrandes sitzen dem Theile, der bei geschlossenen Lippen von aussen sichtbar ist und finden sich vor llem an der Oberlippe, seltener an der Unterlippe. Auch dort sind dieselben, wenn auch der Regel vorhanden, doch nicht beständig und auch an Zahl sehr wechselnd, so dass nur einige wenige Drüschen (meist am Mundwinkel), andere Male 50—100 solcher h finden.

Den Talgdrüsen in allen Wesentlichen ganz gleich, nur grösser, sind die *Meibomien* Drüsen der Augenlider, von denen eine genaue Beschreibung beim Auge gegeben rden soll.

§. 70.

Der feinere Bau der Talgdrüsen ist folgender: Jede Drüse besitzt eine ssere zarte Hülle von Bindegewebe, die von dem Haarbalge oder bei freien üsen von der Lederhaut ausgeht, und im Innern Zellenmassen, die je nach den rschiedenen Gegenden der Drüsen verschieden sich verhalten. Geht man von dem sführungsgange einer derselben aus, so sieht man, dass, gerade wie die Bindewebshülle des anstossenden Haarbalges, so auch ein Theil seiner äusseren Wurzeleide (seltener auch die Hornicht der Epidermis) in den ng selbst übergeht und denben mit einer mehr- (2—6)-hen Schicht von kernhaltigen, ndlichen oder vieleckigen Zelı auskleidet. Diese Zellenschicht n setzt sich, nach und nach rter werdend, in die entfernten Drüsentheile fort und dringt dlich auch in die eigentlichen üsenbläschen ein (Fig. 101. *A*), ı dieselben in einfacher, selten ppelter Lage auszukleiden. Nach innen von diesen Zellen, die durch eine grössere er geringere Menge von Fettkörnchen von den höher gelegenen Epithelzellen sich terscheidet, folgen in den Drüsenbläschen selbst unmittelbar andere (Fig. 101. *B a*), elche mehr Fett enthalten und diese gehen endlich in die innersten Zellen der Drüsenäschen über, ohne Ausnahme grösser (von 36—65 μ) als die mittleren und sersten Zellen, rundlich oder länglich rund von Gestalt und mit farblosem Fette so füllt sind, dass man sie nicht unpassend Talgzellen nennen könnte (Fig. 101. *B*).

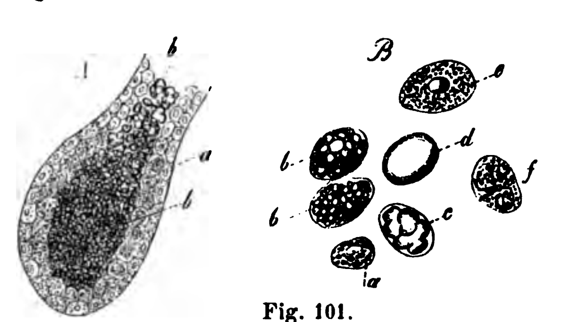


Fig. 101.

Fig. 101. *A*. Ein Drüsenbläschen einer gewöhnlichen Talgdrüse, 250mal vergr. *a*. Epiel scharf begrenzt, aber ohne Bekleidung von einer *Membrana propria* und unmittelbar ergehend in die fetthaltigen Zellen *b* (die Umrisse derselben sind zu undeutlich angegen) im Innern des Drüsenschlauches. *B*. Talgzellen aus den Drüsenschläuchen und dem aattalge, 350mal vergr. *a*. Kleinere fettarme, noch mehr epithelartige kernhaltige Zelle; fettreiche Zellen, ohne sichtbaren Kern; *c*. Zelle, in der das Fett zusammenzufliessen ginnt; *d*. Zelle mit Einem Fetttropfen; *e*. *f*. Zellen, deren Fett theilweise ausgetreten ist.

Ihr Fett erscheint entweder noch in Gestalt von getrennten Tröpfchen (*bb*), wie in die äusseren Zellen, oder, und zwar noch häufiger, unter der Form grösserer Tropfen (*c*), ja in manchen Zellen sind nur einige wenige derselben oder selbst nur ein einziger, die Zelle ganz erfüllender Tropfen vorhanden (*d*), so dass dann eine grosse Aehnlichkeit mit einer Fettzelle des *Panniculus adiposus* sich herausstellt. Verfolgt man diese innersten Zellen, die nur selten noch Kerne entdecken lassen, nach den Ausführungsgängen zu, so ist nichts leichter als die Wahrnehmung, dass ähnliche Zellen, ohne Unterbrechung eine an die andere gereiht, auch in diese, d. h. in den von ihrem Epithel umschlossenen Raum sich fortsetzen, dann, in den Haarbalg eingetreten, den Raum zwischen dem Haare und der Oberhaut des Haarbalges einnehmen, und schliesslich nach aussen abgeschieden werden. Diese Zellen und nichts anderes bilden den Hauttalg, einen frisch und bei der Körperwärme halbflüssigen Stoff, der jedoch in Leichen fester, wie Butter oder weicher Käse, weisslich oder weisslichgelb von Farbe, bald zäher, bald leichter zerreiblich erscheint. Seine Zellen kleben in der frischen Absonderung mehr oder weniger fest zusammen und sind daher meist abgeplattet und unregelmässig von Gestalt, ihre Hülle ist nicht zu erkennen und der Inhalt ganz gleichartig, durchscheinend mit einem gelblichen Schimmer. Setzt man aber verdünnte Alkalien zu, so quellen dieselben nach einiger Zeit zu schönen rundlichen oder länglichrunden Bläschen auf, in denen durch das eingedrungene Mittel das Fett in einzelne Tröpfchen von verschiedener Grösse und unregelmässige Häufchen sich sondert, zugleich wird der Hauttalg weiss wegen der entstehenden vielen kleinen Fetttheilchen und bilden sich grössere Fetttropfen wahrscheinlich in Folge der Auflösung mancher Zellen. Ausser den Talgzellen führt der Hauttalg auch noch freies Fett in grösserer oder geringerer Menge und vielleicht auch in einigen Fällen eine äusserst geringe Menge einer hellen Flüssigkeit.

Von Nerven an den Talgdrüsen habe ich nichts bemerkt, ebenso wenig von Gefässen, die auf und zwischen ihren Läppchen selbst sich ausbreiten, dagegen finden sich allerdings um grössere Drüsen herum, am deutlichsten am *Penis* und *Scrotum*, so wie am Ohr, Gefässe feinerer Art und selbst Capillaren in Menge. Noch erinnere ich an die oben bei der Lederhaut beschriebenen glatten Muskeln in der Nähe der Talgdrüsen, deren Zusammenziehung für die Entleerung des Inhaltes derselben wohl kaum gleichgültig ist.

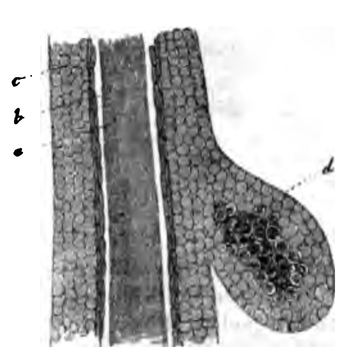


Fig. 102.

Die Talgdrüsen entwickeln sich als Wucherungen der äusseren Wurzelscheide der Haarbälge zwischen dem 4. und 5. Fötalmonate. Die anfangs warzenförmigen Auswüchse gestalten sich nach und nach zu birn- und flaschenförmigen Gebilden, in welchen dann auch eine Höhle dadurch entsteht, dass die innersten Zellen dieser Anlagen eine physiologische Fettmetamorphose erleiden. Dieses Fett wird dann als erstes Secret oder Hauttalg in die Haarbälge, deren Haare mittlerweile durchgebrochen sind, entleert. Die weitere Entwicklung der Talgdrüsen ist leicht zu begreifen. Die Zellenmasse derselben wuchert durch solide Sprossenbildung weiter, wodurch die Drüse verästelt, traubenförmig wird und in diesen Knospen geht dann die Bildung von Höhlungen genau ebenso vor sich wie in den ersten Anlagen. Die Bildungsgesetze sind mithin bei diesen Drüsen insofern im Einklange mit dem, was wir bei den Haaren fanden, als es ebenfalls die Schleimschicht der

Fig. 102. Zur Entwickelung der Talgdrüsen von einem 6monatlichen Fötus, ungefähr 250mal vergr. *a*. Haar, *b*. innere Wurzelscheide, hier mehr der Hornschicht der Oberhaut gleich *c*. äussere Wurzelscheide, *d*. Talgdrüsenanlage.

Epidermis ist, von der ihre Entwicklung ausgeht und die Drüsenanlagen anfänglich auch nichts als solide Massen sind, in denen dann durch Differenzirung der Elemente ein Gegensatz zwischen Wand und Innerem entsteht. Wo die Talgdrüsen selbständig vorkommen, wie z. B. an der *Glans penis*, entwickeln sich dieselben nach dem nämlichen Typus aber direct von der *Epidermis* aus.

Bei der Untersuchung der Talgdrüsen legt man dieselben entweder von innen her bloss und schneidet sie mit den betreffenden Haarbälgen von der Cutis ab, oder man macht nicht zu feine senkrechte Hautschnitte. Hat man den feineren Bau der Drüsen an denen des *Scrotum* und *Penis*, so wie der *Labia minora*, welche ohne alle Mühe einzeln für sich darzustellen sind, und daher am besten zur ersten Untersuchung sich eignen, erforscht, wobei namentlich auch Essigsäure, die die umliegenden Theile durchsichtig macht, sich sehr dienlich erweist, so kann man bei den übrigen, wenn es nur auf Form, Lage und Grösse ankommt, sich mit dem grössten Vortheile der kaustischen Alkalien bedienen, welche, während sie die Drüsen ihres Fettreichthums wegen wenig angreifen, alle sie verdeckenden Theile aufhellen. Will man nicht die Hülle, sondern die Zellen der Drüsen untersuchen, und zugleich ihre Form ganz übersehen, so ist nichts besser, als die Haut zu erweichen; alsdann ziehen sich mit der Epidermis die Haare mit ihren Wurzelscheiden und die Zellenmassen der Talgdrüsen, Epithel sammt Inhalt *in toto*, oft wunderschön heraus. Wo die Epidermis dünn ist (*Scrotum, Labia majora, Glans penis*), erreicht man dasselbe durch Aufträufeln starker Essigsäure in kurzer Zeit, ebenso, jedoch mit grösserer Zerstörung der Drüsenzellen, durch Natron. Für die Erforschung der Entwickelung der Talgdrüsen ist die Erweichung der fötalen Haut in Wasser und Aufhellung derselben durch Essigsäure von grossem Nutzen. Die fetthaltigen Zellen im Innern der Drüsen lassen sich durch Zerzupfen einer grösseren Drüse leicht darstellen, und was den ausgeschiedenen Inhalt betrifft, so ist derselbe ohne Zusatz, mit Wasser und mit Natron zu untersuchen.

Literatur. Man vergleiche die bei der Haut citirten Abhandlungen von *Gurlt* (p. 409), *Krause* (p. 126), *G. Simon* (p. 9), *Valentin* (p. 758), dann die allgemeinen Werke von *Henle* (p. 899), *Todd-Bowman* (p. 424, Fig. 92), *Hassall* (Pl. LIV, sollte LIII heissen [p. 401]), *Bruns* (p. 340), *Gerber* (p. 75, Figg. 40, 42, 43, 44, 45, 239), *Arnold* (II. Th.) und mir, die Abbildungen von *Ecker* (*Icon. phys. Tab. XVII*), *Arnold* (*Icon. anatom. fasc. II. Tab. XI. Fig.* 10) und *Berres* (Tab. XXIV), ausserdem noch *G. Simon*: in *Müll.* Arch. 1844, p. 1. *Ercolani*, *Gland. cutanee degli anim. domestici, Torino* 1854; *L. Porta*, *dei tumori follicolari sebacei, Milano* 1856. *Kölliker* in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XI (Talgdrüsen der Lippen).

Vom Muskelsysteme.

§. 71.

Zum Muskelsysteme gehören alle quergestreiften Muskeln, welche (sammt ihren Hülfsorganen, den Sehnen und Fascien) zur Bewegung des Skeletes, der eigentlichen Sinnesorgane und der Haut dienen. Dieselben bilden ein zwischen Haut und Knochen, und zwischen den Knochen selbst gelegenes System, dessen einzelne Theile so aneinanderliegen und durch gemeinschaftliche Hüllen vereint sind, dass sie füglich als ein Ganzes betrachtet werden können.

§. 72.

Das Element der quergestreiften Muskeln, die Muskelfaser oder der Muskelprimitivbündel besteht, wie schon im §. 30 angegeben wurde, 1) aus einer

Hülle, dem Sarcolemma, 2) den zusammenziehungsfähigen Fibrillen und 3) einer Zwischensubstanz mit den sog. interstitiellen Körnchen und Zellenkernen.

Als Ganze aufgefasst erscheinen die Muskelfasern frisch als drehrunde, gelbliche oder gelbröthliche, durchscheinende lange schmale Fäden von bedeutender Weichheit und Biegsamkeit und ausgezeichnet durch eine besondere Streifung, die ihre Unterscheidung von anderen Elementen meist sehr leicht macht. In der Regel ist diese Streifung eine sehr ausgeprägte Querstreifung, zu der dann noch eine zarte undeutlichere Längsstreifung sich gesellt, doch zeigen sich in dieser Beziehung so viele Abänderungen, dass es nicht möglich ist, dieselben alle zu besprechen. An dem einen Ende stehen Muskelfasern, die nur Querstreifen besitzen und an diesen zeigen sich dann in ganz regelmässigen Abständen dunkle Querstreifen von wechselnder aber immer geringer Breite mit hellen meist schmäleren Zonen dazwischen, Bildungen die, wenn die Muskelfaser unter ganz natürlichen Verhältnissen in Ruhe sich befindet, alle quer und einander parallel verlaufen, im entgegengesetzten Falle die mannigfachsten Biegungen und Zickzacklinien beschreiben. Die andere Endform, Muskelfasern, die nur Längsstreifen besitzen, ist seltener und findet man in diesem Falle entweder eine ganz regelrechte feine Längsstreifung, wie wenn die Muskelfaser aus zahlreichsten feinsten Fäserchen bestünde, oder in etwas grösseren Abständen verlaufende Linien, so dass Abtheilungen von 3,3—4,5 μ Breite entstehen, oder beides vereint. Am häufigsten endlich sind der Quere und der Länge nach gestreifte Bündel mit den mannigfachsten Graden der Deutlichkeit und Schärfe der einen und der andern Streifen.

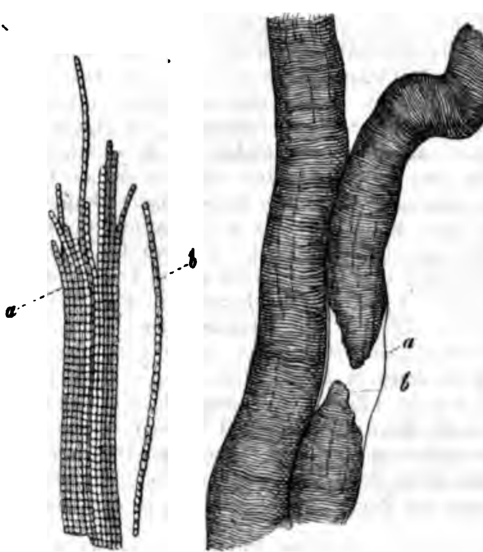


Fig. 103. Fig. 104.

Von den Bestandtheilen der Muskelfasern sind die Fibrillen und die Zwischensubstanz zuerst im Allgemeinen zu besprechen. Eine jede Muskelfaser besteht der Hauptmasse nach aus einem Bündel von feinen Fäserchen, welche als die einzigen verkürzungsfähigen Elemente auch physiologisch als der wichtigste Bestandtheil derselben erscheinen. Diese Fibrillen bilden jedoch nicht durch die ganze Muskelfaser Ein zusammenhängendes Bündel, vielmehr werden sie durch eine in ziemlicher Menge vorhandene Zwischensubstanz in untergeordnete Bündel eingetheilt, die ich Muskelsäulchen, *Columnae musculares*, heisse. Je nach der Menge der Zwischensubstanz und dem Reichthume derselben an interstitiellen Körnchen erscheinen diese Säulchen verschieden gross und


Fig. 105.

Fig. 103. Primitivfibrillen aus einem Primitivbündel des Axolotl (*Siredon pisciformis*). *a*. Ein kleines Bündel von solchen. *b*. Eine vereinzelte Zelle, 600mal vergr.

Fig. 104. Zwei Muskelfasern des Menschen, 350mal vergr. In der einen ist das Fibrillenbündel *b* gerissen und das Sarcolemma *a* als leere Röhre zu sehen.

Fig. 105. Eine Muskelfaser des Kaninchens im Querschnitte aus einem gefrornen Muskel mit Kochsalz von $\frac{1}{2}$% zur Darstellung der *Cohnheim*'schen Felder. Vergr. 400.

verschieden scharf begrenzt, doch stellen dieselben im Allgemeinen rundlich eckige, bei Säugern 1,3—2,5 μ, beim Frosche 2—5 μ breite Bündel dar, welche auf dem Querschnitte frischer mit Kochsalz von $^1/_2$ % behandelter Muskelfasern eine mehr weniger deutliche feine Mosaikzeichnung erzeugen, die neulich von *Cohnheim* zuerst genauer beschrieben worden ist, und auch an Längsansichten besonders längsstreifiger Muskelfasern meist bestimmt zu erkennen sind. Man würde jedoch irren, wollte man diese Fascikel als regelmässig in der ganzen Länge der Muskelfasern nebeneinander verlaufende Bildungen auffassen, vielmehr hängen dieselben mannigfach unter sich zusammen und gehen ineinander über, wie am besten Querschnitte lehren. Somit ist auch die Zwischensubstanz nicht in Gestalt von regelrechten Längsscheiden vorhanden, sondern mehr in Form von Blättern und Strängen, die zwar verschiedentlich untereinander zusammenstossen, aber keine geschlossenen Fächer bilden. Am klarsten wird man diese Verhältnisse sich vorstellen, wenn man die Lagerung und den Verlauf der Fibrillen und der Zwischensubstanz so sich denkt, wie im Grossen die der Nervenröhren und des Neurilems in einem dichten langgestreckten Nervenplexus.

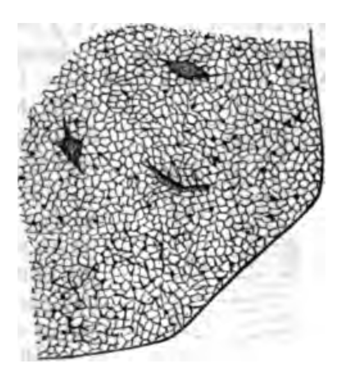


Fig. 106.

Die *Cohnheim*'schen Felder und die Muskelsäulchen sind nun übrigens nicht gleichartig, wie *Cohnheim* annimmt, vielmehr bestehen dieselben, wie aus dem Gesagten schon hervorgeht, aus einer gewissen Zahl von Muskelfibrillen und auch zwischen diesen findet sich noch in äusserst geringer Menge ein gleichartiges Querbindemittel, das jedoch nur bei ganz starken Vergrösserungen erkannt wird und keine interstitiellen Körner enthält. Dieses Bindemittel bekleidet und umhüllt die Fibrillen in ihrer ganzen Länge und hängt mit der Zwischensubstanz der Muskelsäulchen zusammen, mit der es offenbar identisch ist. Man kann daher vielleicht zweckmässiger das Verhalten der Zwischensubstanz und der Fibrillen auch so beschreiben, dass man sagt: Der Inhalt einer Muskelfaser besteht aus einem Bündel Fibrillen, die durch eine homogene Zwischensubstanz zusammengehalten werden, die stellenweise in grösserer Menge angesammelt ist und hier die interstitiellen Körnchen enthält. Je nachdem diese Ansammlungen und die Körnchen zahlreicher oder minder häufig sind, sind auch die Muskelsäulchen grösser oder kleiner, schärfer oder schwächer ausgeprägt.

Die Muskelfibrillen, *Fila s. Fibrillae musculares*, bilden, wie schon erwähnt, den wichtigsten Theil der Muskelfasern und sind als normale, vorgebildete Bestandtheile derselben zu betrachten, obschon sie nicht aus jeder frischen Muskelfaser zur Anschauung gebracht werden können. Am leichtesten erkennt man sie an todtenstarren Muskeln, an mit Alkohol und Chromsäure behandelten Muskelfasern, dann an den frischen Muskelfasern des Herzfleisches der Säuger und den Rumpfmuskeln vieler Fische, besonders der Neunaugen. Isolirt sind dieselben seltener glatt, vielmehr in der Regel sehr zierlich mit Querstreifen besetzt, und sind es eben diese Querstreifen, welche, indem in einer Muskelfaser die Streifen aller Fibrillen normal in denselben Höhen liegen, das quergebänderte Ansehen der ganzen Fasern bedingen. Eine nähere Untersuchung der quergestreiften Fibrillen ergibt, dass die Querstreifung in der Regel so auftritt, dass jede Fibrille regelmässig in hintereinanderliegende dunklere und

Fig. 106. Ein Theil des Querschnittes einer Muskelfaser des Frosches mit Essigsäure behandelt und 570mal vergr. Man sieht 3 Kerne, die polygonalen Enden der Muskelsäulchen oder die *Cohnheim*'schen Felder und in der Zwischensubstanz da und dort interstitielle Fettkörnchen.

hellere kleine Abschnitte zerfällt, von denen bei den Wirbelthieren die ersteren gewöhnlich grösser (länger) sind und meist als Vierecke, oder als der Länge nach stehende Rechtecke erscheinen, während die letzteren meist nur als ganz schmale Bänder auftreten oder höchstens als querstehende ganz schmale Rechtecke sich zeigen. Unter besonderen Umständen (durch Erweichung in Wasser, die Einwirkung des Magensaftes, lange Einwirkung schwachen Alkohols, durch Druck u. s. f.) trennen sich die Fibrillen der Art, dass sie immer zwischen zwei dunklen Streifen oder Abschnitten brechen und in kleine rundlich eckige Stückchen zerfallen, welche von *Bowman* mit dem Namen primitive Fleischtheilchen (*primitive particles, sarcous elements*) bezeichnet und für die eigentlichen Elemente der Muskelfasern erklärt worden sind. Nach *Bowman* sind diese Fleischtheilchen in den Muskelfasern theils der Länge, theils der Quere nach verbunden. Lösen sich die seitlichen Verbindungen derselben, so zerfällt eine Faser in Fibrillen, im entgegengesetzten Falle zerlegt sich dieselbe in Scheiben (*Discs*), welche Trennung, wie *Bowman* annimmt, wenn auch nicht so häufig, doch ebenso naturgemäss ist und kann man die Muskelfasern nach ihm ebensogut für Säulen von dünnen Scheiben oder für Bündel von Fibrillen halten. Zerfällt eine Muskelfaser ganz und gar in der Richtung der Quer- und Längsstreifen, so entstehen dann die schon erwähnten primitiven Fleischtheilchen.

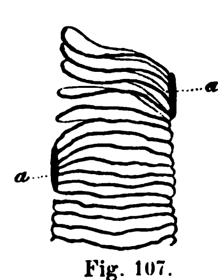


Fig. 107.

Dieser Auffassung gegenüber, die mit gewissen Abweichungen von den meisten Neueren getheilt wird, muss ich wie schon seit langem sowohl die *Discs* als die *Sarcous elements* für Kunsterzeugnisse erklären. Was die *Discs* anlangt, so könnte das Auftreten derselben nur dann von Belang sein, wenn dasselbe ebenso häufig wäre, wie das der Fibrillen, und auch an frischen Muskeln hie und da vorkäme, allein diess ist nicht der Fall, denn es ist an frischen Muskeln kaum je eine Andeutung von einem Zerfallen in Scheiben zu sehen und auch an macerirten Fasern das Sichtbarwerden solcher eine äusserst seltene Erscheinung, während auf der andern Seite die Darstellung der Fibrillen fast in jedem Muskel zu erzielen ist. Allerdings kann man *Discs* sehr leicht und in Menge erhalten, wenn man die Muskelfasern eine Zeitlang in Salzsäure von $^1/_{800}$—$^1/_{1000}$ (*Lehmann, Funke, Harting* u. a.) oder längere Zeit in *Acid. acetic. concentr.*, oder einige Tage in meiner sehr verdünnten Essigsäure (8 gtt auf 100 Ctm Wasser) erweicht, allein durch diese Mittel wird die Muskelsubstanz so angegriffen, dass dieselben keinen Schluss auf den natürlichen Bau derselben gestatten und nicht daran zu denken ist, die Theilstücke die man erhält, mit den Fibrillen zu vergleichen, die im Ganzen so leicht darzustellen sind. Gegen die Annahme von *Bowman* spricht ausserdem noch das Vorkommen einer körnerführenden Zwischensubstanz in den Muskelfasern, und macht dasselbe klar, dass von einem Zusammenhange der *Sarcous elements* der Quere nach durch das ganze Primitivbündel und von einer Gleichstellung der Spaltung in Fibrillen und in *Discs* nicht die Rede sein kann.

Ebenso wie die *Discs* muss ich auch die Fleischtheilchen *Bowman's* für Kunsterzeugnisse erklären. Meiner Meinung zufolge sind die Fibrillen ursprünglich in ihrer ganzen Länge aus Einer und derselben Substanz gebildet, an welcher jedoch im Zusammenhange mit den Zusammenziehungen dichtere (die dunklen Stellen) und minder dichte Stellen sich ausbilden, in ähnlicher Weise, wie auch ein in Essigsäure sich verkürzendes Bindegewebsbündel querstreifig wird. So erwerben die einzelnen Strecken der Fibrillen nach und nach eine gewisse, wenn auch nicht chemische oder physiologische doch physikalische Verschiedenheit, und hiervon, d. h. von der geringeren

Fig. 107. Ein Stück einer aus dem Sarcolemma herausgetretenen Muskelfaser eines Kaninchens, durch Erweichung in Salzsäure von 1 pro mille in *Discs* zerfallen. *a.* Kern. 350mal vergr.

Dichtigkeit der hellen Abschnitte, rührt es dann her, dass die Fibrillen und Fasern hier brechen und von die Muskelsubstanz auflösenden Reagentien etwas mehr angegriffen werden als an den anderen Stellen. Für diese meine Auffassung der Gliederung der Fibrillen mache ich nun noch folgende Thatsachen namhaft.

1) Bei vielen Thieren, deren Muskelfasern quergestreift sind, kommen unter gewissen Verhältnissen Fasern und Fibrillen vor, die keine Querstreifen, keine Abwechslung von dunklen und hellen Theilchen zeigen.

2) Die dunklen Querstreifen sind sowohl an lebenden als todten Muskeln bei einem und demselben Thiere in ihrer Grösse (Länge und Breite) sehr veränderlich, wie besonders die Muskeln von Insecten und Krustern, aber auch die der Wirbelthiere lehren.

3) Selbst an einer und derselben Fibrille ist die Zahl und Grösse der dunklen Stellen eine sehr wechselnde. So hat z. B. beim Frosche eine Fibrille an einer Stelle vier- oder rechteckige dunkle Stellen und schmale Zwischenräume. An einer andern Stelle sind alle *Sarcous elements* durch eine Querlinie abgetheilt, wie doppelt. Oder die hellen Theile sind ebenso gross wie die dunklen, ja es kann selbst in den hellen Stellen wieder eine dunkle Querlinie auftreten.



Fig. 108.

4) Die darstellbaren Fleischtheilchen entsprechen bei den einen Thieren den dunklen Zonen der Fibrillen, bei den andern den hellen Abschnitten derselben, und habe ich letzteres schön beim Flusskrebse gesehen.

5) Ein wesentlicher chemischer Unterschied zwischen den dunklen und hellen Stellen der Fibrillen findet sich nicht und lösen alle Reagentien, die die hellen Stellen zerstören, etwas später auch die dunklen, welches Verhalten bei meiner Annahme einer verschiedenen Dichtigkeit beider Stellen hinreichend sich erklärt.

Die wichtigen Entdeckungen *Brücke's*, denen zufolge nur die dunklen Glieder der Muskelfasern doppeltbrechend sind, widersprechen, wie mir scheint, meiner Auffassung des Baues der Fibrillen nicht, indem auch ich an den Fibrillen Stellen von grösserer und geringerer Dichtigkeit annehme. Nach *Brücke* stellt jedes dunkle Glied einer Fibrille eine ganze Gruppe kleiner doppeltbrechender Körper dar, welche letzteren *Brücke* **Disdiaklasten** nennt. Nach meiner Auffassung würden auch die hellen Glieder solche Disdiaklasten enthalten, jedoch in einer solchen Anordnung, dass sie nicht als Gruppen zur Anschauung kommen, in ähnlicher Weise, wie *Brücke* von den glatten Muskelfasern es annimmt.

Von den Fibrillen ist nun noch zu erwähnen, dass dieselben auch an den Querschnitten von Muskelfasern sichtbar sind, doch sieht man dieselben allerdings nur unter besonderen Verhältnissen und bezieht sich alles, was bisher als solche beschrieben und abgebildet wurde, entweder auf die *Cohnheim*'schen Felder oder die interstitiellen Körner. Bei neu aufgenommenen Untersuchungen habe ich an keiner ganz frischen Muskelfaser am Querschnitte mit Bestimmtheit Fibrillen zu sehen vermocht,

Fig. 108. Fäserchen, wie man sie bei der natürlichen Zersetzung der Muskelfasern des Flusskrebses erhält, von denen nur die feinsten wirkliche Fibrillen sind. *a*. Fäserchen mit schmalen dunklen Querstreifen, wie sie regelrecht an den Bündeln sich finden. *b*. Ebensolche, in der Gegend der Querstreifen hell geworden. *c*. *d*. Wirkliche Fibrillen, im Zerfallen in grössere und kleinere Theilchen begriffen, die nicht den früheren dunklen, sondern den hellen Gliedern entsprechen. *e*. Ein dito Fäserchen, bei 1 mit grösseren, bei 2 mit kleineren Abschnitten, alle den hellen Gliedern entsprechend. *f*. Die Theilchen, die endlich aus dem Zerfallen solcher hervorgehen. *g*. *g*. Fäserchen, bei denen die hell gewordenen dunklen Glieder in der Mitte noch eine dunkle Linie zeigen.

wohl aber gaben Querschnitte mit Alkohol und Chromsäure erhärteter Muskeln, namentlich die letzteren, ganz bestimmte Bilder und zeigten die Fibrillen als theils ringsherum begrenzte, theils mit andern zu den *Cohnheim*'schen Feldern verklebte Ringelchen und Felderchen von 1,0—1,5 μ Breite.

Die Zwischensubstanz der Fibrillen scheint mir der von *Kühne* nachgewiesene flüssige Bestandtheil der Muskelfaser zu sein. Dieselbe gerinnt in Alkohol und Chromsäure, löst sich dagegen in Wasser, verdünnten Säuren und kaustischen Alkalien auf, was zur Folge hat, dass in diesen Flüssigkeiten die die Zwischensubstanz enthaltenden spaltenförmigen Räume zwischen den Fibrillen wie ein feines Canalsystem erscheinen, das gewisse Autoren irrthümlich als einen normalen Bestandtheil der Muskelfasern angesehen haben. In dieser Zwischensubstanz liegen da und dort die von mir sogenannten interstitiellen Körner, von *Henle* und mir schon seit Langem erwähnte Bildungen, deren grosse Verbreitung und beständiges Vorkommen bei vielen Thieren von mir nachgewiesen wurde. Dieselben finden sich bei allen Wirbelthierclassen und auch beim Menschen oft in ungeheurer Menge, wie namentlich im Herzfleische, bei Amphibien, in den Thoraxmuskeln der Insecten und in den Muskeln des Krebses, und scheinen mir alle Beobachtung zu verdienen, namentlich auch deswegen, weil wahrscheinlich sie es sind, die in die längst bekannten Fettkörnchen der Muskelfasern sich umwandeln, die beim Menschen kaum je fehlen und auch bei gewissen Thieren (Winterfröschen, gewisse Muskeln von Fischen) typisch sind. Beim Frosche zeigen diese Körner einen bedeutenden Widerstand gegen kaustische Alkalien und Essigsäure und erscheinen frisch und nach Zusatz ersterer als blasse runde Körner fast von der Grösse der *Sarcous elements*, wogegen sie nach Essigsäure in Folge der Zusammendrückung durch die quellenden Fibrillen als feine, dunkleren elastischen Fasern ähnliche Streifen zum Vorschein kommen. Bei Insecten (*Musca*) sind dieselben nachweisbar Bläschen, die in Wasser schön aufquellen.

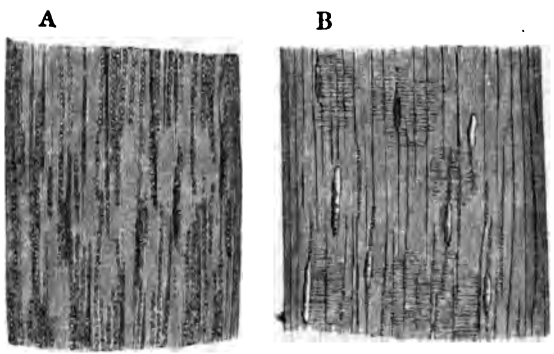


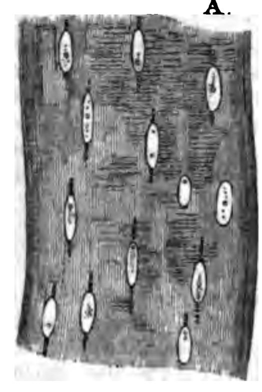
Fig. 109.

Die Muskelfasern sind von einem zarten glatten Häutchen, dem *Sarcolemma* oder *Myolemma* genau umgeben, das nicht mit den inneren bindegewebigen Scheiden der Muskeln zu verwechseln ist und bei den Wirbelthieren sicher die Bedeutung einer Zellenmembran hat. Dasselbe ist am stärksten bei den nackten Amphibien und hier bis zu 1,1 μ dick und auch von der Fläche fein punctirt, sehr fein, doch leicht nachzuweisen bei den Säugern.

An der Innenseite des Sarcolemma finden sich beständig Kerne in grosser Zahl, deren Nachweis namentlich durch Essigsäure und starke Lösungen kaustischer Alkalien leicht ist, aber auch an unveränderten Fasern keine Schwierigkeiten macht. Linsen- und spindelförmig von Gestalt, mit einem oder zwei *Nucleolis* und von 6—11 μ und mehr Länge stehen dieselben ohne Gesetzmässigkeit bald zu zweien oder mehreren in einer Höhe, bald abwechselnd auf der einen und andern Seite oder reihenweise hintereinander über die Oberfläche des Fibrillenbündels zer-

Fig. 109. *A*. Muskelfaser des Frosches frisch in *Humor vitreus*, um die interstitiellen Körner zu zeigen. *B*. Eine solche getrocknet in Wasser aufgeweicht und mit stärkerer Essigsäure behandelt. Kerne geschrumpft, zackig, Reihen interstitieller Körner zusammengedrückt, wie elastische Fasern aussehend. 350mal vergr.

streut und sind die Stellen derselben nicht selten durch stärkere Ansammlungen der eben erwähnten interstitiellen oder Fettkörnchen ausgezeichnet. Was die Thiere anlangt, so liegen die Kerne bei manchen (Amphibien, Fischen) durch die ganzen Muskelfasern zerstreut, bei andern (Vögelz. Th., Säuger) wie beim Menschen innen am *Sarcolemma*. Bei den Tauben und Hühnervögeln finden sich nach *Rollett* beide Verhältnisse. Bei Amphibien sind (ich, *Weismann*) die Kerne manchmal einzig und allein im Innern der Bündel und zwar in einfachen oder mehrfachen oft sehr langen Längsreihen zu finden.



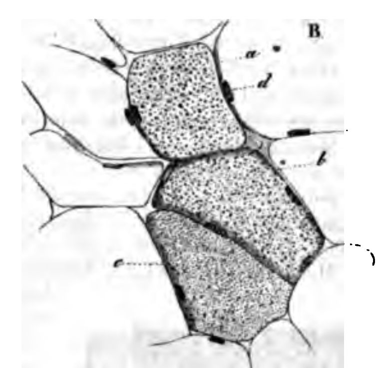


Fig. 110.

Die Gestalt der Muskelfasern ist eine rundlich vieleckige. Ihre Stärke geht von 11—67 μ und darüber; am Rumpfe und an den Gliedern sind dieselben ohne Ausnahme stärker als am Kopfe (33—67 μ), wo namentlich die Antlitzmuskeln durch geringe Dicke (11—34 μ) ihrer Fasern sich auszeichnen, wobei jedoch zu bemerken ist, dass in einem und demselben Muskel oft grosse Abweichungen sich finden. Nach Allem was man weiss, zeigen sich bei Männern und Weibern, schwächlichen und kräftigen Menschen in der Dicke der Muskelfasern keine durchgreifenden Verschiedenheiten, dagegen möchte es leicht sein, dass hier die eine Endzahl, dort die andere die vorwiegendere wäre. Die Dicke der Primitivfibrillen beträgt nach *Harting* 1,0—1,7 μ und die Zahl derselben in einem Bündel muss sich bei stärkeren solchen gegen 2000 belaufen, ist jedoch nicht genau bekannt. Die Abstände ihrer Querstreifen wechseln gewöhnlich zwischen 0,9—2,2 μ (nach *Harting* zwischen 2,0—3,5 μ).

In der Auffassung des Baues der Muskelfasern ist in der neuesten Zeit durch *Cohnheim* insofern ein Fortschritt geschehen, als er auf eine besondere bisher unbeachtet gebliebene **Mosaikzeichnung** der Querschnitte frischer oder gefrorener Muskeln aufmerksam machte. Diese Zeichnung, welche ich seiner Zeit bei Froschmuskeln andeutungsweise erkannt und mit Unrecht auf die Fibrillen bezogen hatte, ist jedoch von *Cohnheim* nach verschiedenen Seiten nicht ganz richtig gedeutet worden, in welcher Beziehung ich auf meine ausführliche Abhandlung in Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 16 verweise. Hier hebe ich nur Folgendes hervor. Die Mosaikzeichnung der Querschnitte der Muskelfasern ist bei Säugethieren und Amphibien an ganz frischen ohne Zusatz untersuchten Muskelfasern nicht oder nur in ganz schwachen Andeutungen wahrnehmbar und irrt *Cohnheim*, wenn er dieselbe als ein Merkmal ganz unveränderter Muskelfasern ansieht. Nur wenn man diese, wie *C.* es gethan hat, mit verdünntem Blutserum, oder mit Kochsalz von 0,5% oder auch wie ich finde mit Wasser oder verdünnten Lösungen von beliebigen Neutralsalzen behandelt, tritt dieselbe hervor und zwar, wie ich annehme, aus dem Grunde, weil die genannten Zusätze in die flüssige Zwischensubstanz der Muskelfasern eindringen und dieselbe z. Th.

Fig. 110. *A.* Primitivbündel des Frosches mit $\bar{A}$ behandelt, um die Kerne zu zeigen. *B.* Querschnitt von einigen Muskelfasern des Menschen. Bei *a.* und *b.* entsprechen die Pünctchen den Reihen der interstitiellen Fettkörnchen, bei *c.* sind nur blasse feine Puncte sichtbar, die von den *Cohnheim*'schen Feldern herrühren, *d.* Kerne der Fasern, dicht am Sarcolemma, 350mal vergr.

ausziehen, auf jeden Fall aber den Zusammenhang der Elemente der Muskelfaser lockern. Das Auftreten der *Cohnheim*'schen Mosaik deutet daher wohl auf eine ganz bestimmte Anordnung der Elemente der Muskelfasern, dagegen ist dieselbe nicht als an der frischen Muskelfaser vorhanden oder bestimmt erkennbar anzusehen.

Die *Cohnheim*'sche Mosaik besteht aus polygonalen Feldern und schmaleren Säumen einer Zwischensubstanz. *C.* deutet die ersteren als die *Sarcous elements* von *Bowman* und nimmt an, dass dieselben kurze Prismen darstellen und allseitig sowohl der Länge als der Quere nach von einer flüssigen Zwischensubstanz umgeben seien, dass mithin den Muskelfasern jeder fibrilläre oder faserige Bau abgehe. Eine solche Auffassung erscheint als eine nicht gerechtfertigte, denn man erkennt an denselben Muskelfasern, die im Querschnitte die Mosaik zeigen, an Längsansichten einen äusserst deutlichen faserigen Bau, in der Art, dass jede Muskelfaser aus einer gewissen Zahl von Fascikeln besteht, deren Endflächen die polygonalen *Cohnheim*'schen Felder sind und lassen sich auch solche Fascikel, die von mir sogenannten Muskelsäulchen, mit Leichtigkeit aus einem ganz frischen Muskel einzeln darstellen. Ueberhaupt deutet gar nichts auf eine flüssige Beschaffenheit der hellen Querstreifen der Muskelfasern (des Längsbindemittels der *Sarcous elements*) und hat *Cohnheim* ein Vorkommen bei Anfertigung feiner Querschnitte frischer Muskeln, nämlich das von Faserquerschnitten, die keine vollständigen Scheiben sondern Ringe bilden, mit Unrecht nach dieser Seite verwerthet, indem diese Ringe, die allerdings oft vorkommen, nur scheinbar sind und von Scheiben herrühren, deren Mitte sich mehr zusammengezogen hat, als der Rand. Sollten aber auch Scheiben mit ausgefallener Mitte vorkommen, so würden dieselben doch nur die Flüssigkeit des Querbindemittels, aber nicht die der Längsverbindungssubstanz beweisen.


Fig. 111.

Die *Cohnheim*'schen Felder und die zu ihnen gehörigen Säulchen sind ausgezeichnet schön bei Insecten und Krebsen (Fig. 111) und sind namentlich die letzteren geeignet eine klare Einsicht in diese Verhältnisse zu gestatten. Vor allem zeigen die Muskeln dieser Geschöpfe sehr bestimmt, dass die *Cohnheim*'schen Felder nicht den Fibrillen entsprechen, wie man bei Säugern zu glauben veranlasst wird, wo die Felder viel kleiner sind und der Nachweis ihrer Zusammensetzung aus mehreren Fibrillen nicht leicht ist.

§. 73.

Gestalt und Länge der Muskelfasern. Man glaubte vor nicht langer Zeit allgemein, dass die Muskelfasern ebenso lang sind als die gröbern Muskelbündel, mithin bei allen nicht gefiederten Muskeln ebenso lang als die ganzen Muskeln; jetzt weiss man durch die Entdeckung von *Rollett*, nach welcher zahlreiche spitze Enden von Fasern im Innern von Muskeln sich finden, dass dem nicht immer so ist. *E. H. Weber* und *Herzig* erweiterten diesen Fund durch den Nachweis, dass auch Muskelfasern mit beiderseits zugespitzten Enden vorkommen, welche Gestalt *Weber* selbst für die regelrechte hält. Durch die Untersuchungen von *Herzig* und *Biesiadecki*, denen ich eine Reihe eigener beifügen kann, ergiebt sich nun folgendes als gesetzmässiges Verhalten der Muskelfasern. In kleinen Muskeln (Seitenmuskeln der Fische, Gliedermuskeln der Fledermaus, Muskeln des Frosches) besitzen meinen Erfahrungen zufolge alle Muskelfasern die Länge des Gesammtmuskels und enden meist beiderseits abgerundet, in grösseren Muskeln dagegen sind die Fasern kürzer als der Gesammtmuskel und betragen nicht mehr als 3—4 Cm. (13—18''') Länge (*Herzig*, *Krause*, ich). Ob diese Zahl von 3—4 Cm. allgemeine Gültigkeit hat, in der Art, dass in

Fig. 111. Ein Theil eines Querschnittes eines Muskels des Krebses. Vergr. 400mal. Man sieht 3 Kerne, die *Cohnheim*'schen Felder und die Zwischensubstanz. Aus einem gefrornen Muskel des Schwanzes mit Kochsalz von ½ %.

allen Muskeln von geringer Länge die Muskelfasern ebenso lang sind als der ganze Muskel, während diess bei solchen von grösserer Erstreckung nicht der Fall ist, muss freilich erst noch durch weitere zahlreiche Untersuchungen ermittelt werden, vorläufig darf dieselbe jedoch immerhin als Anhaltspunct benutzt werden.

Ueber die Gestalt der Muskelfasern haben besonders die Untersuchungen von *Herzig* und *Biesiadecki*, dann von mir, *W. Krause, Weismann, Aeby* und *Kühne* Aufschluss gegeben. Nach diesen Erfahrungen kann es wohl als Regel bezeichnet werden, dass die Muskelfasern im Innern grösserer Muskeln spindelförmig sind, die an den Enden dagegen ein spitzes und ein in die Sehne übergehendes breites Ende besitzen, welches entweder abgerundet ist oder in einige stumpfe Spitzen ausläuft. Ausser spindelförmigen Fasern kommen im Innern der Muskeln noch manche andere Formen vor, am gewöhnlichsten an dem einen oder an beiden Enden stumpfe Fasern. Ausserdem finden sich, die Zunge abgerechnet, die weiter unten beprochen werden wird, seltener Aeste und Theilungen in verschiedenen Graden, jedoch nie besonders ausgesprochen.

Die Annahme, dass in allen Muskeln höherer Thiere spindelförmige kürzere Muskelfasern vorkommen, die nach *Rollett's* und *Herzig's* Entdeckungen auftauchen zu wollen schien, ist keineswegs begründet, wie ich schon in der 3. Auflage dieses Werkes zeigte. Seither habe ich alle grossen Muskeln des Frosches auf dieses Verhältniss untersucht und gefunden, dass bei diesem Thiere die Fasern — seltener vorkommende Entwickelungsstufen abgerechnet — durchweg so lang sind, wie die Muskelbündel, womit auch *Weismann, Aeby, Krause* und *Kühne* im Wesentlichen einverstanden sind.

§. 74.

Die **Vereinigung der Muskelfasern** geschieht am Stamme und den Extremitäten im Allgemeinen so, dass dieselben, indem sie einfach neben und hinter einander sich legen, wobei die Enden immer zwischen andere Fasern sich einschieben, zu rundlich-eckigen Bündeln von der Länge der ganzen Muskeln sich verbinden. Diese sogenannten **secundären Muskelbündel** werden jedes von einer besondern bindegewebigen Hülle umschlossen und zu mehreren durch stärkere Hüllen zu **tertiären Bündeln** vereint, die dann schliesslich in grösserer oder geringerer Zahl zu den einzelnen Muskelbäuchen und Muskeln sich verbinden. Legen sich die Muskelbündel in der Fläche aneinander, so entstehen die **hautartigen Muskeln**, geschieht dies in der Dicke, die **strangförmigen**. Demnach sind die Muskeln Stränge von vielen grösseren und kleineren **secundären** und **tertiären** Bündeln, deren Scheiden oder das *Perimysium* ein zusammenhängendes Fächerwerk bilden, an welchem man den äusseren, den ganzen Muskel umgebenden Theil als *Perimysium externum* oder Muskelscheide, *Vagina muscularis* im engern Sinne, von den inneren, die stärkeren und schwächeren Bündel und die Muskelfasern selbst umschliessenden Elementen, dem *Perimysium internum*, unterscheidet. — Die Stärke der secundären Muskelbündel wechselt von 0,45—1,12 mm; die der tertiären und noch grösseren Bündel, die am deutlichsten an den Muskeln mit

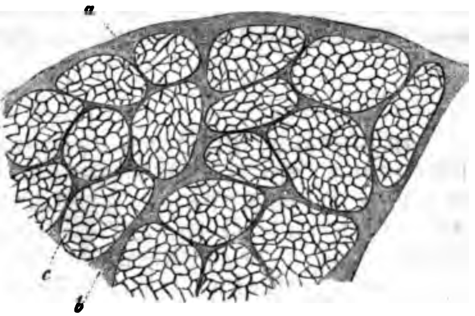


Fig. 112.

Fig. 112. Querschnitt aus dem Kopfnicker des Menschen, 50mal vergr. *a. Perimysium externum. b. Perimysium internum. c.* Primitivbündel und secundäre Muskelbündel.

grober Faserung (*Glutaeus maximus*, *Deltoideus*) erscheinen, ist so wechselnd und zugleich die Zerfällung der Muskeln in diese entfernteren Bestandtheile so sehr der Willkür unterworfen, dass sich nichts Besonderes über dieselbe sagen lässt.

Die Muskelscheiden oder Bindegewebshüllen der Muskeln, das *Perimysium*, die den doppelten Zweck haben, die Gefässe und Nerven der Muskeln zu tragen und die Muskelfasern zu verbinden und in ihrer Thätigkeit zu unterstützen, sind, je nachdem sie grössere oder kleinere Stränge von Muskelbündeln umgeben, von verschiedener Dicke, immer jedoch zarte, mattweisse, nicht glänzende Hüllen, welche aus gewöhnlichem Bindegewebe mit Bindegewebskörperchen und feinen elastischen Fasern von höchstens 0,001''' bestehen, welche letztern besonders in dem *Perimysium externum* in grosser Zahl sich finden, so dass dasselbe mit Fug und Recht als eine zur Hälfte elastische Hülle betrachtet wird und hiernach auch in seinen Verrichtungen zu bemessen ist. In allen Muskeln, besonders in solchen mit lockerem Gefüge, kommen im *Perimysium* auch Fettzellen gewöhnlicher Art in einer gewissen Zahl vor und können dieselben bei fetten Leuten bis in die innersten Theile sich finden.

§. 75.

Verbindung der Muskeln mit anderen Theilen. Mit den beweglichen Gebilden, den Knochen, Knorpeln, und Gelenkkapseln, der Haut u. s. w. sind die Muskelfasern theils unmittelbar, theils durch Vermittelung von fibrösen Elementen, den Sehnen, Sehnenhäuten, gewissen Abschnitten der Muskelbinden und Bänder (*Ligg. interossea, Membr. obturatoria*) verbunden. — Die Muskeln, welche ganz oder an dem einen oder andern Ende ohne Vermittelung von Sehnen sich befestigen, bilden im Ganzen die geringere Zahl. Wo Muskelfasern unmittelbar von Knochen entspringen (*Obliqui*, *Iliacus*, *Psoas*, *Glutaei* etc.) und von Knorpeln herkommen (*Transversus abdominis*, *Diaphragma*) oder unmittelbar an solche sich ansetzen (*Serrati*, *Omohyoideus*, *Sternohyoideus*, Ohrmuskeln), gehen dieselben immer nur bis an das Periost oder Perichondrium und enden an diesen Häuten stumpf zugespitzt, ohne in deren Fasern sich fortzusetzen oder gar mit den Knochen und Knorpeln in unmittelbare Berührung zu kommen. Gehen Muskeln an die Haut, so liegen sie entweder ohne Zusammenhang mit derselben flach unter ihr oder strahlen mit grösseren oder kleineren Bündeln (Gesichtsmuskeln) in dieselbe aus, wobei sie wenigstens hie und da unmittelbar an die bindegewebigen Streifen derselben sich anzusetzen scheinen, ohne dass sich bisher der Zusammenhang beider genau verfolgen liess.

§. 76.

Die Sehnen, Flechsen, *Tendines*, sind glänzend, weiss oder ins Gelbliche spielend, fast ganz aus Bindegewebe gebildet und zerfallen mit Bezug auf ihre Gestalt in strangförmige, eigentliche Sehnen, und in hautartige, Aponeurosen (*Centrum tendineum*, *Galea*, Sehnen der Bauchmuskeln, *Latissimus*, *Cucullaris* etc.). Beide Formen sind, wie in ihrem äussern Verhalten nicht scharf von einander geschieden, so auch in ihrem Baue im Wesentlichen vollkommen gleich und bestehen aus Bindegewebe, das durch den parallelen Verlauf seiner Elemente, ihre feste Vereinigung und die Armuth an elastischen Fasern sich auszeichnet. Das genauere Verhalten der verschiedenen Theile zeigt am besten ein Querschnitt (Fig. 113), an dem man deutlich grössere und kleinere Bündel, ähnlich den secundären und tertiären Bündeln der Muskeln und auch ziemlich von derselben Grösse unterscheidet. Es ziehen nämlich durch das Sehnengewebe zarte Scheidewände eines mehr lockeren Bindegewebes, welche, indem sie alle miteinander zusammenhängen und ein zusammenhängendes System gleichlaufender oder unter spitzen Winkeln

zusammenmündender Röhren bilden, die Sehnenfibrillen, in viele grössere oder kleinere Gruppen zerfallen. Ganz deutlich unterscheidet man kleinere (secundäre) Bündel von meist vieleckiger, auch wohl rundlicher, oder länglicher Gestalt und einem Durchmesser von 65—110 μ und grössere (tertiäre) Bündel mit vieleckiger Begrenzung von 0,2—1,1 mm und darüber Dicke, und etwas stärkeren Scheidewänden als Begrenzung; meist treten auch noch grössere Abschnitte aus vielen tertiären Bündeln zusammengesetzt hervor und bilden dann, in sehr verschiedener Zahl und Anordnung, fest vereint und noch durch eine gemeinsame Hülle von Bindegewebe verbunden, die Sehne selbst. Die Aponeurosen haben entweder dieselbe Zusammensetzung wie die eigentlichen Sehnen und bestehen aus einigen Schichten in der Fläche nebeneinanderliegender, gleichlaufender, secundärer Bündel, oder sie gleichen mehr den fibrösen Häuten und besitzen nach zwei oder mehr Richtungen sich kreuzende primäre und secundäre Bündel (Bauchmuskeln, Zwerchfell).

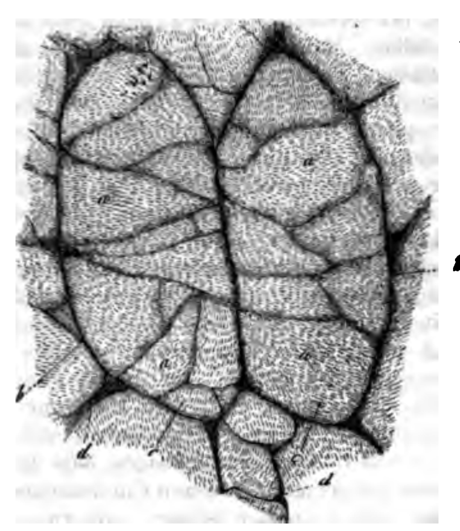


Fig. 113.

Der Bau der kleineren (secundären) Sehnenbündel ist ein ganz eigenthümlicher und von dem der entsprechenden Muskelbündel ganz verschiedener. Die Hauptmasse derselben besteht aus gewöhnlichem fibrillärem Bindegewebe, dessen am Querschnitte leicht deutliche Fibrillen alle der Länge nach verlaufen, ausserdem finden sich aber noch eine gewisse Zahl elastischer Fäserchen und Bindesubstanzzellen oder Bindegewebskörperchen. Die elastischen Fäserchen sind von der feinsten Art und nicht leicht zur Anschauung zu bringen, so dass sie an frischen Stücken gar nicht und auch nach Zusatz von Essigsäure nicht ganz vollkommen gesehen werden, und es eigentlich nur die Behandlung mit kaustischen Alkalien, namentlich in der Wärme ist, welche sie ganz zu verfolgen erlaubt. Man überzeugt sich alsdann, dass dieselben durch die ganzen secundären Bündel zusammenhängende lockere Netzwerke bilden, indem ihre Elemente der Länge und Quere nach zwischen den Fibrillen verlaufen, doch ist ihre Anordnung keine regelmässige und bedingt keine bestimmte Zerfällung der fibrillären Substanz in kleinere Abschnitte, wie man auch schon geglaubt hat.

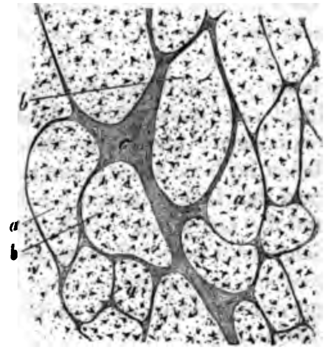


Fig. 114.

Ganz anders verhält es sich mit den Bindegewebskörperchen, welche in ziemlich regelmässigen Abständen von 45—67 μ und mehr durch die secundären Bündel

Fig. 113. Querschnitt einer Sehne des Kalbes, 20mal vergr. *a.* Secundäre Bündel, *b.* tertiäre, *c.* Bindegewebskörperchen nicht ganz im Querschnitt, sondern als Strichelchen in den ersteren, *d.* interstitielles Bindegewebe.

Fig. 114. Sehne des *Tib. post.* des Menschen, 60mal vergr. *a.* Secundäre Bündel, *b.* Bindegewebskörperchen und elastische Fäserchen, *c.* interstitielles Bindegewebe.

zerstreut sind. Nimmt man noch dazu, dass diese Gebilde nicht nur regelmässig zwischen den Fibrillen liegen, sondern auch mit ihren Ausläufern dieselben scheidenartig umhüllen, so ergibt sich, dass einiger Grund vorhanden ist, die fibrilläre Grundlage der secundären Sehnenbündel noch weiter in kleinste oder primäre Bündel zu zerfällen. Man wolle jedoch diese nicht als ringsherum scharf abgegrenzte Bildungen auffassen, indem die erwähnten sie umgebenden Scheiden an vielen Orten unvollkommen sind, und ferner berücksichtigen, dass sie in der Längsrichtung sehr häufig unter spitzen Winkeln sich verbinden und somit eigentlich ein langgezogenes Netzwerk bilden. — Die Bindegewebskörperchen selbst nun stellen ein durch die ganzen secundären Bündel zusammenhängendes Zellennetz dar. Die Zellenkörper sind besonders in der Längsrichtung der Sehnen verlängert und bilden in ihrer Vereinigung unregelmässige platte und zarte Bänder oder Streifen, die ebenfalls platte rundliche oder langgestreckte Kerne enthalten, und durch unregelmässige, meist haut- oder bandartige, seltener faserartige seitliche Fortsätze untereinander sich verbinden. Solcher Seitenausläufer gehen von den kernhaltigen Theilen des Zellennetzes an 2, 3—6 ab und erzeugen dieselben auf Querschnitten ein Bild, das deutlich einem Netze sternförmiger Zellen gleicht. Auf Längsschnitten erkennt man jedoch von diesem Netze nichts, sondern auf den ersten Blick nur die der Länge nach verlaufenden Züge der Zellenkörper, die bald wie schmale dunkle, stellenweise dickere Züge sich ausnehmen, die an elastische Fasern erinnern, bald das Bild zarter blasser Bänder gewähren. Es bedarf schon einer genaueren Untersuchung namentlich mit verdünnten Säuren behandelter und gekochter Sehnen, um zu sehen, dass von diesen Bändern auch viele zarte Nebenausläufer abgehen, was dann auch zur Erkenntniss des ganzen eigenthümlichen Zellennetzes und zur Ueberzeugung führt, dass die vermeintlichen Zellenausläufer des Querschnittes nichts als die Durchschnittsansichten der blattförmigen Fortsätze sind, welche benachbarte Zellenreihen untereinander verbinden. Diese Fortsätze sind übrigens häufig ganz zart und dicht querstreifig, und wohl schwerlich hohl, während den Zellenkörpern selbst ein Rest von Inhalt wohl kaum abzusprechen ist. Nach meinen neuesten Erfahrungen werden diese Zellen ausgezeichnet schön in Chlorgold nach der Methode von *Cohnheim* (s. S. 119).

Die Scheidewände, die die secundären und tertiären Bündel umgeben, haben je nach ihrer Dicke einen etwas verschiedenen Bau. Dünne bestehen aus einer Lage von Bindegewebe, feinen elastischen querlaufenden Fasernetzen und einer verschiedenen Anzahl von anastomosirenden Bindegewebskörperchen, welche auch mit denen im Innern der secundären Bündel zusammenhängen. Dickere Scheiden zeigen ganz den Bau secundärer Sehnenbündel, nur dass alle ihre Elemente quer verlaufen und die Zellen und elastischen Fasern viel mehr vorwiegen als in der eigentlichen Sehnensubstanz. Den nämlichen Bau, nur oft noch verwickelter, zeigt die Umhüllung der ganzen Sehne, doch zeigt diese Uebergänge zu mehr weichem lockerem Bindegewebe, welches auch stellenweise um Gefässe und Nerven auch weiter im Innern sich findet.

Ausser den genannten Theilen enthalten die Sehnen auch noch an gewissen Orten Knorpelzellen (siehe unten), ferner auch gewöhnliche Fettzellen, namentlich in mehr lockeren Sehnen, wie in den Sehnenstreifen der *Musculi intercostales*, des *Triangularis sterni*, *Masseter* etc.

Das quergebänderte Aussehen der Sehnen, das den Seidenglanz derselben bewirkt, rührt einfach von den wellenförmigen Biegungen ihrer Fibrillen her; dasselbe verschwindet, wenn dieselben stark ausgedehnt werden, und ist nur ein Ausdruck der ihnen innewohnenden Elasticität, welche im erschlafften Zustande ins Leben tritt.

Den langwierigen Besprechungen zwischen *Henle* und *Virchow* in Betreff des Verhaltens der zelligen Elemente der Sehnen glaube ich durch meine neueren Untersuchun-

en (Würzb. naturw. Zeitschr. II), auf die ich hiermit verweise, ein Ende gemacht zu haben. — Die beste Beschreibung des Baues der Sehnen, abgesehen von dem, was sich auf die Zellen bezieht, ist die von *Henle*) *Canstatt's* Jahresb. von 1851).

§. 77.

Verbindungen der Sehnen mit andern Theilen. Die Sehnen verbinden sich einerseits mit den Muskeln, andrerseits mit den verschiedenen von ihnen bewegten Theilen. Die erstere Vereinigung geschieht, wie schon das blose Auge unterscheidet, in den einen Fällen so, dass Sehnen und Muskeln geradlinig ineinander übergehen, in den andern dadurch, dass die Muskelfasern unter spitzen Winkeln an die Ränder und Flächen von Sehnen und Aponeurosen anstossen, wie bei den gefiederten Muskeln. Die mikroskopischen Verhältnisse sind in diesen beiden Fällen auf den ersten Blick sehr verschieden. Im ersteren nämlich scheinen die Muskelbündel unmittelbar in Sehnenbündel überzugehen, in der Weise, dass keine scharfe Grenze zwischen den beiderlei Gebilden sich findet und das ganze Bündel von Muskelfibrillen in ein ungefähr gleichstarkes Bündel von Sehnenfäserchen sich fortsetzt (Fig. 115). — Im zweiten Falle dagegen findet sich eine **scharfe Grenze** zwischen Muskel und Sehne (Fig. 116) und enden die Muskelfasern wirklich abgerundet mit geschlossenem Sarcolemma. Das nämliche findet sich nun aber auch, wie die neuen Untersuchungen von *Biesiadecki* und *Herzig* lehren, bei scheinbar unmittelbarer Verlängerung von Muskelfasern in Sehnenbündel, und ist Glycerin ein vortreffliches Mittel, um die beiderlei Elementartheile zu trennen. Die Enden der Muskelfasern ergeben sich alsdann in allen Uebergängen zwischen dem abgerundeten bis zum leicht



Fig. 115.

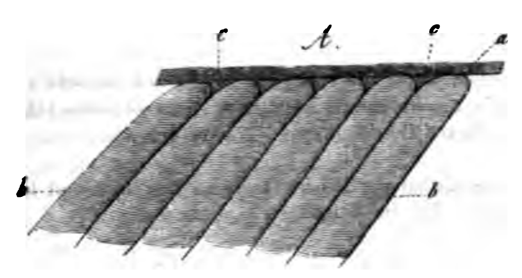


Fig. 116.

zugespitzten, ja häufig finden sich sogar mehrere verschieden lange Endspitzen. Dass diese Angaben richtig, davon habe ich mich an mit starker Kalilösung behandelten Muskeln ebenfalls überzeugt, und stimme ich somit bei, dass es überall nur Eine Endigungsweise der Muskeln an Sehnen gibt. Ueberall hängt übrigens das Bindegewebe der Sehne mit dem *Perimysium internum* des Muskels zusammen und werden so die Enden der Muskelfasern oft wie in Gruben des Sehnengewebes aufgenommen.

Fig. 115. Ein Primitivbündel *a.* aus einem *Intercostalis internus* des Menschen in ein Sehnenfascikel *b.* unmittelbar und ohne scharfe Grenze übergehend, 350mal vergr.

Fig. 116. Verhalten der Muskelfasern bei schiefem Ansatz an Sehnen vom *Gastrocnemius* des Menschen, 250mal vergr. *a.* Ein Theil der Sehne im Längsschnitt, *b.* Muskelfasern mit leicht conischen oder abgestutzten Enden an die innere Fläche der Sehne in Grübchen befestigt, an deren Rand das *Perimysium internum c.* sich ansetzt.

Ausser mit Muskeln verbinden sich die Sehnen auch noch mit Knochen, Knorpeln, fibrösen Häuten (*Sclerotica*, *Vagina nervi optici*, Sehnen, die in Fascien ausgehen), Bändern und Synovialhäuten (*Subcruralis* z. B.). Mit den erstgenannten Theilen geschieht die Vereinigung entweder mittelbar, unter Mithülfe des *Periosteum* und *Perichondrium*, in deren gleichartige Elemente die Sehnenfasern meist unmittelbar überzugehen oder sie zu verstärken scheinen, oder ohne Vermittlung. Im letzteren Falle (*Tendo Achillis*, *Quadriceps*, *Pectoralis major*, *Deltoideus*, *Latissimus*, *Iliopsoas*, *Glutaei* etc.) stossen die Sehnenbündel unter schiefen oder rechten Winkeln an die Oberfläche der Knochen und haften ohne Mithülfe von Periost, das an solchen Stellen gänzlich mangelt, allen Erhebungen und Vertiefungen derselben genau an (Fig. 117). Häufig besitzen die Sehnen da, wo sie an Knochen grenzen, in einer gewissen Ausdehnung vereinzelte oder in kleinen Reihen beisammenliegende zierliche Knorpelzellen. Ausnahmsweise sah ich auch die Sehnenfibrillen an ihrer Grenze gegen den Knochen mit Kalksalzen in Gestalt von Krümelchen ganz durchsetzt (incrustirt). In fibrösen Häuten verlieren sich die Sehnen ganz unmerklich (*Tensor fasciae*, *Biceps brachii*).

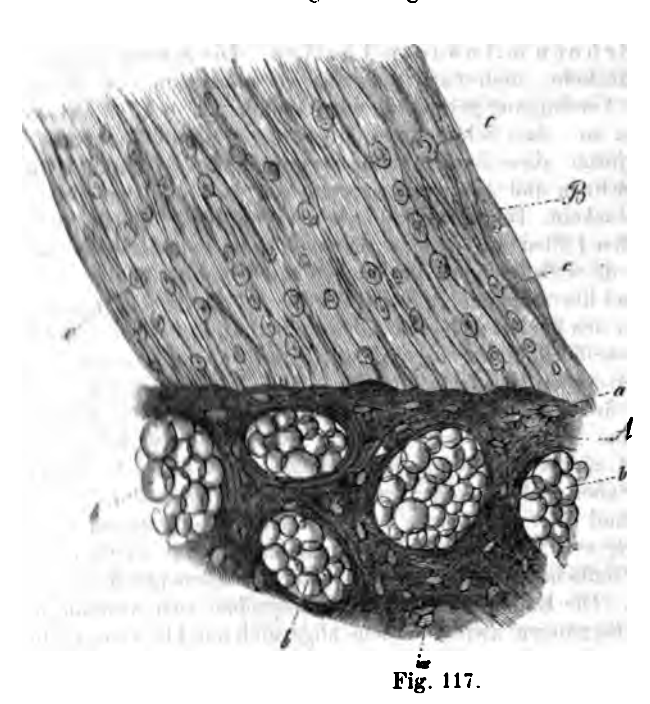


Fig. 117.

Ueber die Enden der Muskelfasern in der Haut und in Schleimhäuten siehe oben §. 30 und weiter unten bei der Zunge.

§. 78.

Hülfsorgane der Muskeln und Sehnen. *A.* Die Muskelbinden, *Fasciae*, sind fibröse Häute, welche einzelne Muskeln oder ganze Muskelgruppen sammt ihren Sehnen umhüllen und je nachdem sie die Bedeutung von Sehnen und Bändern oder von einfachen Muskelhüllen haben, auch einen verschiedenen Bau, nämlich einerseits den der Sehnen, anderseits den der aus Bindegewebe und elastischen Fasern gemischten Häute besitzen. Im ersten Falle sind sie weiss und glänzend und ganz vom Bau der Sehnen und Aponeurosen; im zweiten enthalten sie häufig eine grössere Zahl von feineren elastischen Fasern in ihrem Bindegewebe und können selbst stellenweise ganz den Bau und das mattgelbe Ansehen der elastischen Häute (siehe

Fig. 117. Ansatz der Achillessehne an das Fersenbein von einem 60jährigen Manne, schwach vergr. *A.* Knochen mit Lacunen *a*, Markräume und Fettzellen *b*. *B.* Sehne mit Sehnenfibrillen und Knorpelzellen *c*.

Fig. 29) erreichen und reichliche elastische Netze der stärksten Art enthalten. Sehnig sind die Fascien fast überall da, wo ein derbes unnachgiebiges Gewebe vonnöthen ist, demnach 1) an ihren Ursprüngen von Knochen, 2) da wo Muskelfasern von ihnen herkommen und sie die Bedeutung von Aponeurosen haben, 3) wo Sehnen in sie ausstrahlen und sie selbst wie Endsehnen wirken, 4) wo sie mit verdickten Stellen Bänder vertreten. Mehr oder weniger elastisch zeigen sich dagegen die Muskelbinden, wo ihre Bedeutung die ist, eine zwar feste, aber die Muskeln bei ihren verschiedenen Formveränderungen nicht behindernde Hülle zu bilden, also vorzüglich in der Mitte der Glieder.

B. Bänder der Sehnen. *Ligg. tendinum.* Ausser gewissen, bandartig gebildeten Theilen von Fascien, welche, indem sie an Knochen sich ansetzen, Sehnen röhrenförmig umgeben oder sonst befestigen, kommen sogenannte Sehnenscheiden (*Ligg. vaginalia tendinum*) auch selbständig vor, wie z. B. an den Sehnen der Finger- und Zehenbeuger, wo dieselben aus vielen hintereinander liegenden, die hier vorkommenden Schleimscheiden verstärkenden Bändchen bestehen. Andere hierher zu zählende Bänder sind das *Lig. carpi vol. proprium*, die *Trochlea* und die *Retinacula tendinum*.

C. Schleimbeutel und Schleimscheiden, *Bursae mucosae et Vaginae synoviales.* Wo Muskeln oder Sehnen an Hartgebilden (Knochen, Knorpeln) oder an andern Muskeln, Sehnen und Bändern bei ihren Bewegungen sich reiben, finden sich zwischen den betreffenden Gebilden mit ein wenig zäher Flüssigkeit, die nach *Virchow* (Würzb. Verh. II. 281) nicht Schleim, sondern einen der colloiden Substanz sehr ähnlichen Körper enthält, erfüllte Räume, welche die Anatomen als von einer besondern Membran, einer Synovialhaut, ausgekleidet zu betrachten gewohnt sind. Diese soll geschlossene Säcke von rundlicher oder länglicher Form bilden, welche entweder einfach die einander zugewendeten Seiten von Knochen und Sehnen, Knochen und Muskeln u. s. w. bekleiden, Schleimbeutel, *Bursae mucosae*, oder in Gestalt von doppelten, jedoch zusammenhängenden Röhren, einmal die Oberfläche der Sehnen und zweitens diejenigen der Theile, zwischen denen dieselben sich bewegen, überziehen, Schleimscheiden, *Vaginae synoviales*. Das Wahre an der Sache ist das, dass nur die wenigsten dieser Räume von einer zusammenhängenden Haut überzogen sind, die meisten an vielen Stellen einer solchen entbehren. Die Schleimbeutel anlangend, so sind die der Muskeln (*Psoas*, *Iliacus*, *Deltoideus* etc.) noch am ehesten als zusammenhängende Säcke zu betrachten, die der Sehnen dagegen lassen nur stellenweise eine besondere Hülle erkennen und ermangeln gerade an den sich berührenden Stellen der aneinander hingleitenden Theile einer solchen fast ganz. Ebenso verhält es sich auch bei den Synovialscheiden, unter denen nur die gemeinschaftlichen der Finger- und Zehenbeuger noch einigermassen ein Bild eines sogenannten serösen Sackes gewähren, obschon auch hier viele Stellen der Sehnenoberfläche frei von jeder häutigen Bekleidung sind. Demgemäss bedarf hier, wie an so vielen andern Orten, die alte Lehre von dem Vorkommen zusammenhängender seröser Säcke einer gründlichen Verbesserung. — In den meisten Synovialscheiden und in manchen Schleimbeuteln finden sich hie und da, namentlich an den *Retinacula*, kleinere oder grössere röthliche, fransenartige Fortsätze, die ganz an die der Gelenke erinnern und auch in der That nichts als Gefässfortsätze der Synovialhaut sind.

D. Faserknorpel und Sesambeine. Die Sehnen einiger Muskeln (*Tibialis posticus*, *Peronaeus longus*) enthalten da, wo sie in Sehnenscheiden verlaufen, derbere, knorpelartige Massen eingewebt, welche unter dem Namen Sesamknorpel, *Fibrocartilagines sesamoideae* bekannt sind, und wenn sie, wie es hie und da geschieht, verknöchern, zu Sesambeinen (*Ossa sesamoidea*) werden, wie sie an den Sehnen einiger Finger- und Zehenbeuger in die Sehnen eingeflochten und mit einer von Knorpel bekleideten Fläche nach einer Gelenkhöhle gerichtet vorkommen.

Ueber den **feineren Bau** der letztgenannten Theile ist nur Folgendes zu bemerken. Die ohne Ausnahme dünnwandigen **Schleimbeutel** bestehen, insofern sie eine besondere Haut besitzen, aus verschiedentlich sich kreuzenden, locker vereinigten, an manchen Orten netzförmig verbundenen Bündeln von Bindegewebe, mit feinen elastischen Fasern, während die **Schleimscheiden**, entsprechend ihrer doppelten Verrichtung hier als Schleimbeutel, dort mit Sehnenscheiden verbunden als Sehnenbänder, an ihren dünneren Stellen den Bau der *Bursae mucosae*, an ihren dickeren reines, derbes Bindegewebe besitzen. An ihrer innern Oberfläche sind beiderlei Säcke, sammt den in ihnen liegenden oder sie sonst begrenzenden Theilen, nur stellenweise von **Epithelium** überzogen, das aus einer, meist einfachen Lage kernhaltiger vieleckiger Zellen von 9—15 μ besteht. Die **eines Epithels entbehrenden Stellen** sind: viele Theile der Schleimscheiden und in ihnen liegenden Sehnen und gewisse Stellen der Schleimbeutel selbst, die durch matten Glanz und gelbliches Ansehen sich auszeichnen und besonders an den Orten sich finden, wo die Sehnen und sie umschliessenden Theile einem **grössern Drucke** ausgesetzt sind. Die gemeinschaftliche Scheide der Fingerbeuger besitzt überall Epithel; dasselbe gilt von den Schleimbeuteln, in denen nur gewisse schleifenartige, ausser der eigentlichen *Bursa* die Sehnen noch umhüllende Bänder keinen Zellenüberzug zeigen, wie hie und da beim *Subscapularis, Poplitaeus* u. a.

Alle diese nackten, eines Epithelium entbehrenden Stellen besitzen ohne Ausnahme fast in ihrem ganzen Umfange die Natur von **Faserknorpeln**, indem dieselben zwischen ihrem an elastischen Fasern meist armen, derben Bindegewebe eine grössere oder geringere, oft sehr bedeutende Zahl von **Knorpelzellen** führen, unter denen runde, dunkelrandige, jedoch keineswegs dickwandige Zellen von 13—27 μ, mit rundlichem Kerne von 6, 7 μ und heller Flüssigkeit mit einigen kleinen dunklen Fettkörnchen oder ohne solche weitaus die häufigsten sind. Daneben kommen noch vor längliche Zellen mit 1 oder 2 Kernen, runde, zartwandige Zellen mit 1, 2—20 dunkelrandigen, dickwandigeren Tochterzellen, die Mutterzellen bis auf 45—67 μ messend, endlich längliche Zellen mit geschichteten Ablagerungen, einen Kern oder kernhaltige Tochterzellen einschliessend. In den Sehnen finden sich fast ausschliesslich die einfacheren Formen und zwar sind hier die Zellen, obschon oftmals recht zahlreich, doch meist vereinzelt, oder höchstens in Reihen oder Gruppen von 2—6 zwischen dem Bindegewebe sowohl oberflächlich als auch in der Tiefe enthalten; meist wechselt hier gewöhnliches Bindegewebe mit knorpelzellenführendem (Faserknorpel) ab, so dass die Sehne auf dem Querschnitte ein gesprenkeltes, weisses und gelbliches Ansehen zeigt, oder es ist auch nur die Oberfläche der Sehne knorpelhaltig, die tiefern Theile dagegen wie gewöhnlich beschaffen. Wo die eingelagerten Knorpelzellen recht zahlreich sind, finden sich die Sehnen verdickt, oder selbst wie mit besonderen faserknorpeligen Massen besetzt (*Peron. longus, Tib. posticus*). In den **Schleimscheiden** und den übrigen genannten Theilen liegen die Knorpelzellen nicht selten in dichteren Gruppen oder in **längeren Reihen** von 5—10 Zellen und darüber, in denen ohne Ausnahme die endständigen Zellen die kleinsten, die mittleren die grössten sind. Am *Os cuboideum* findet sich da, wo die Sehne des *Peronaeus longus* vorbeigeht, eine 0,75 — 1,12 mm mächtige Schicht **ächten Knorpels**, und dasselbe gilt für die *Incisura ischiadica minor,* den *Calcaneus* über der Insertion der Achillessehne und dem *Hamulus pterygoideus.*

Die **Gefässfortsätze der Sehnenscheiden und Schleimbeutel** stimmen mit denen der Gelenke überein, nur dass sie meist kleiner sind.

§. 79.

Gefässe der Muskeln und ihrer Hülfsorgane. *A.* **Blutgefässe.** Die Verästelung der grossen Gefässe hat w thümliches. Schief oder quer treten di

Stämme an die Muskeln und theilen sich, im *Perimysium internum* verlaufend, **baumförmig unter spitzen oder stumpfen Winkeln**, so dass alle Theile der Muskeln von **ihnen versorgt werden**. Die feinsten Arterien und Venen verlaufen den Muskelfasern gewöhnlich gleich und bilden zwischen ihnen ein Capillarnetz, das so eigenthümlich ist, dass Jemand, der dasselbe einmal gesehen hat, es nie mehr verkennen kann. Dasselbe besitzt nämlich rechteckige Maschen, deren lange Seiten der Längsaxe der Muskeln gleichlaufen und besteht somit aus zweierlei Gefässchen, längsziehenden, die, wie namentlich Querschnitte eingespritzter Muskeln deutlich lehren, in den Furchen zwischen je zwei Muskelbündel oder den unregelmässigen Räumen zwischen mehrern derselben liegen, und queren, die, verschiedentlich mit jenen sich vereinigend, die Muskelfasern umstricken. So liegt jedes einzelne Primitivbündel gewissermassen in einem Flechtwerke von Capillaren und ist behufs einer allseitigen Durchtränkung mit Blut aufs Beste versehen. Die Capillaren der Muskeln gehören zu den feinsten des menschlichen Körpers und haben sehr oft einen geringeren Durchmesser, als die menschlichen Blutkörperchen. An einer *Hyrtl*'schen Einspritzung betragen dieselben 5,6—6,7 μ, im *Pectoralis major* mit Blut gefüllt 4,5—6,7 μ, leer 3,5—4,5 μ.

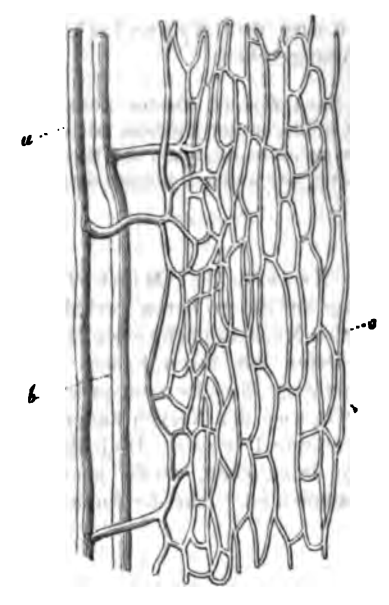


Fig. 118.

Die Sehnen gehören zu den an Blutgefässen ärmsten Theilen des Körpers. Kleinere Sehnen sind im Innern ohne alle Spur von Blutgefässen, besitzen dagegen äusserlich in dem mehr lockeren Bindegewebe, das sie umhüllt, reichliche, weitmaschige Capillarnetze. Bei stärkeren Sehnen finden sich auch in den oberflächlichen Sehnenlagen einzelne Gefässchen und bei den stärksten lassen sich durch Mikroskop und Einspritzung spärliche Gefässnetze auch in tieferen Schichten nachweisen, doch sind auch hier die innersten Sehnentheile vollkommen gefässlos. — Wie die Sehnen verhalten sich auch die Bänder der Sehnen, nur dass in ihnen noch weniger Gefässe nachzuweisen sind. Vollkommen gefässlos sind auch die schwächeren Fascien, in stärkeren, wie der *Fascia lata*, kommen, abgesehen von dem gefässreichen lockeren Bindegewebe, das ihre Flächen deckt, eine gewisse Zahl von Blutgefässen vor, welche nach *Hyrtl* nicht von den Muskelarterien, sondern von den Hauptstämmen herkommen und in den Zwischenmuskelbändern zur Oberfläche sich begeben. Dagegen sind die Synovialhäute des Muskelsystems reich an Gefässen, vor Allem die Gefässfortsätze derselben, worüber jedoch, da diese Theile ganz mit den Synovialkapseln des Knochensystems übereinstimmen, hier nichts weiter bemerkt werden soll.

B. Lymphgefässe der Muskeln sind spärlich und zwar finde ich 1) in kleinen Muskeln wie im *Omohyoideus* und *Subcruralis* keine Lymphgefässe und 2) bei den grössten Muskeln nur bei gewissen einzelne solche von 0,45—0,56 mm im Begleit der zu ihnen tretenden Gefässe. Da nun auch die tiefen oder Muskelgefässe der Extremitäten nur von spärlichen Lymphgefässen begleitet sind, von denen zum Theil sicher ist, dass sie nicht einmal von Muskeln kommen, so erscheint es als ganz gerechtfertigt anzunehmen, dass, wenn bei grösseren Muskeln wirklich einige Lymphge-

Fig. 118. Capillargefässe der Muskeln, 250mal vergr. *a.* Arterie, *b.* Vene, *c.* Capillarnetz.

fässe vorkommen, dieselben doch nicht zwischen die secundären Bündel hineingehen, sondern nur in dem reicheren *Perimysium* zwischen den grösseren lockeren Abtheilungen derselben verlaufen. *Teichmann* gelang es nicht in Muskeln Lymphgefässe mit Bestimmtheit nachzuweisen (Saugadersystem S. 100). — In den Sehnen, Fascien und den Synovialhäuten des Muskelsystems hat noch Niemand Lymphgefässe gesehen.

Nach *Hyrtl* (Oester. Zeitschr. f. pr. Heilk. 1859 No. 8) hängen beim *Gastrocnemius* die Capillaren der Muskeln mit denen der Sehnen nicht zusammen, dagegen dringen einzelne grössere Aestchen der Muskelgefässe in die Sehne, um sich erst da in Capillaren aufzulösen, aus welchen überall doppelte die Arterien begleitende Venen entspringen.

§. 80.

Nerven der Muskeln. Die Verbreitung der Muskelnerven zeigt schon in Bezug auf die gröberen Verhältnisse manches Eigenthümliche insofern als sich für die meisten Muskeln nachweisen lässt, dass die Nerven nur an einigen wenigen beschränkten Orten mit ihren Fasern in Berührung kommen, und durchaus nicht der Gesammtlänge derselben entsprechend mit ihnen sich verbinden. In Betreff der letzten Endigung der Nerven finden sich in allen Muskeln Anastomosen der feineren Aeste, sogenannte Plexus. Diejenigen zwischen stärkeren Aesten sind vorzüglich und vor Allem da zu sehen, wo die gesammte Nervenverästelung in einem ganz kleinen Raume beisammen ist (siehe die Anmerkung), sonst spärlich oder selbst gar nicht vorhanden,

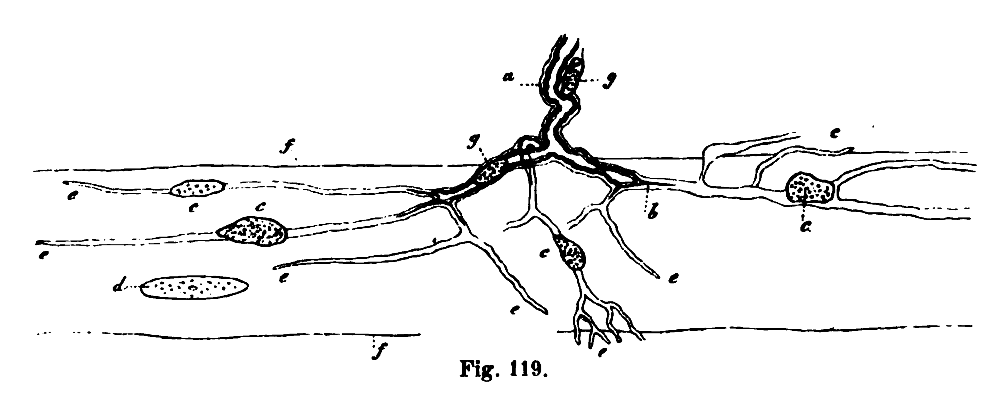


Fig. 119.

während die zwischen den feineren und feinsten Aestchen (Endplexus *Valentin*) überall sehr zahlreich sind und mit meist länglichrunden Maschen vorzüglich der Längsrichtung der Bündel gleich verlaufen. Diese Endplexus nun, die bald engere, bald weitere Maschen besitzen und vorzüglich zwischen den Zweigen eines Aestchens sich finden, welche nicht selten nur eine oder zwei Primitivfasern führen, zeigen zahlreiche Theilungen der sie bildenden Nervenröhren und führen dann zu den letzten Endigungen, welche allem Anscheine nach überall aus blassen kernhaltigen Fasern bestehen. Das genauere Verhalten dieser Fasern ist in den letzten Jahren bei vielen Thieren

Fig. 119. Endverästelung einer dunkelrandigen Röhre aus dem Hautmuskel der Brust des Frosches mit der Linse *à immersion* No. 10 von Hartnack und *Oc.* 1. *a*. Scheide der Nervenröhre bei *b* auf die blassen Endfasern übergehend. *b*. Fortsetzung des Nervenröhreninhaltes (vorzüglich des Axencylinders) in die blassen Endfasern. *c*. Kerne der blassen Endfasern. *d*. Ein Kern der Muskelfaser *ff*, auf welcher die Verästelung der Endfasern aufliegt. *e e e e*. Enden der blassen Endfasern. An den übrigen Stellen wurde ein deutliches Ende der Fasern nicht gesehen. *g*. Kerne der dunkelrandigen Nervenröhren.

untersucht worden, jedoch hat sich bis jetzt noch keine Uebereinstimmung der Ansichten erzielen lassen. Nur soviel ist sicher, dass die Nervenfasern bei den einen Geschöpfen (Frosch) in Büschel blasser Fasern auslaufen und immer mit mehreren solchen mit Einer Muskelfaser in Berührung kommen, während bei andern (Säuger, Vögel, beschuppte Amphibien) die Nervenfasern mit einem besondern scheibenförmigen Körper, »der Nervenendplatte«, an die Primitivbündel sich ansetzen. Ueber die feinere Zusammensetzung des allerletzten Nervenendes, sowie über die Frage, ob dasselbe ausserhalb oder innerhalb des Sarcolemma seine Lage habe, herrschen dagegen immer noch die widersprechendsten Auffassungen.

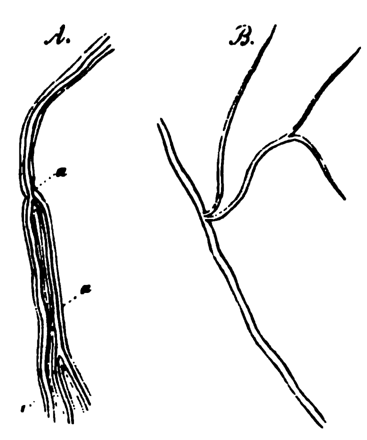


Fig. 120.

Die in die Muskeln eintretenden Stämme bestehen vorzüglich aus dicken Nervenröhren, so dass auf 100 solche im Mittel ungefähr 12 feine kommen (*Volkmann*). Im Innern der Muskeln findet eine Verschmälerung derselben statt, so dass die Endplexus nur aus feineren Fasern, von dem Durchmesser von 2,2—5,6 μ bestehen, ja in einzelnen Fällen lässt sich die allmähliche Verschmälerung bestimmter Fasern selbst unmittelbar beobachten, was beweist, dass dieselbe wenigstens in diesen Fällen nicht durch Theilung zu Stande kommt. Mit dieser Aenderung im Durchmesser nehmen die Nervenröhren ganz das Ansehen der sogenannten sympathischen an und werden schliesslich blass, einfach begrenzt und zu Anschwellungen geneigt. Die blassen Endfasern messen beim Frosche von 1,1—2,2 μ, in manchen Fällen aber auch bis zu 2,2 μ.

Gefässnerven kommen in allen Muskeln vor im Begleite der Gefässbündel, und zwar je nach der Stärke derselben stärkere oder feinere Aestchen. Dieselben halten nur von den feinsten Fasern und folgen immer den grösseren noch deutlich als Arterien und Venen zu erkennenden Gefässen. Ihre Endigungen habe ich bei Säugethieren und beim Menschen nicht gesehen, und weiss ich nur, dass sie an Capillaren nie und sehr oft auch an den kleinsten Venen und Arterien nicht mehr vorkommen. Hie und da sieht man einzelne oder einige Fasern aus den Endplexus der Muskelnerven zu ihnen treten, was damit ganz gut im Einklange steht, dass die Gefässnerven vieler Theile (Extremitäten z. B.) nachweisbar von den Rückenmarksnerven abstammen. Beim Frosche finde ich an vielen der kleinsten Arterien und Venen, jedoch lange nicht an allen, blasse kernhaltige Nervenfäden von wesentlich derselben Beschaffenheit wie die Enden der Muskelnerven. — Alle Muskeln scheinen ferner auch sensible Nervenfasern zu führen und habe ich sowohl bei Säugern (Maus) als beim Frosche gefunden, dass die Enden derselben weithin sich erstreckende feine blasse kernhaltige Fasern sind, die beim Frosche schliesslich frei auslaufen.

Von den Sehnen sah ich neulich bei Fledermäusen, auch an kleineren, wenigstens oberflächlich, ziemlich zahlreiche feine Nervenverzweigungen. Bei grösseren, wie der Achillessehne und Sehne des *Quadriceps*, dem *Centrum tendineum* (*Luschka*), dringen beim Menschen Nerven mit den Gefässen auch in das Innere ein. An Fascien, Sehnenscheiden und den Synovialkapseln des Muskelsystems sind bis jetzt keine Nerven nachgewiesen.

Fig. 120. Theilungen der Nervenprimitivfasern in Muskeln, 350mal vergr. *A*. Eine doppelte Theilung aus dem *Omohyoideus* des Menschen, *a*. Neurilem. *B*. Theilungen aus einem Gesichtsmuskel des Kaninchens mit drei scheinbar spitz auslaufenden Aestchen.

Die Verästelung der Nerven in den Muskeln ist nach verschiedenen Seiten noch nicht so bekannt als es wünschbar wäre. In Betreff der gröberen Verhältnisse geht aus meinen Untersuchungen hervor, dass in manchen kleinen Muskeln des Menschen die Ausstrahlung der Nerven eine ganz beschränkte ist, so dass z. B. im obern Bauche des *Omohyoideus* des Menschen, bei einer Länge desselben von 8 Cm., die Stelle wo die meisten Nerven sich ausbreiten nicht länger ist als 1,1—1,8 Cm., während in den übrigen Gegenden, hier an beiden Enden, nur spärliche kleine Zweigelchen verlaufen. In anderen und besonders in grösseren Muskeln verbreiten sich dagegen die Nerven über grössere Strecken oder treten an verschiedenen Stellen an dieselben heran. Dies hängt damit zusammen, dass längere Muskeln aus vielen kürzeren Muskelfasern von 2—4 Cm. Länge bestehen, von denen jede ihre Nerven erhält.

In Betreff der allerletzten Endigungen der Nerven in den Muskeln, so fördert fast jedes Jahr etwas Neues zu Tage und doch sind wir noch nicht am Ende. Die von *Valentin* und *Emmert* im Jahre 1836 beschriebenen Endschlingen in Muskeln sind allgemein verlassen, dagegen sind die von *J. Müller* und *Brücke* in den Augenmuskeln des Hechtes zuerst gesehenen Theilungen der Primitivfasern (*J. Müller*, Phys. 4. Aufl. Bd. 1 S. 528) allgemein bestätigt und hat sich besonders *R. Wagner* durch seine schönen Untersuchungen der Froschmuskeln um die Feststellung dieses Verhältnisses Verdienste erworben. Diese Theilungen, die von mir auch beim Menschen nachgewiesen wurden, sind meist Zwei- und Dreitheilungen, doch sah *Wagner* beim Frosche

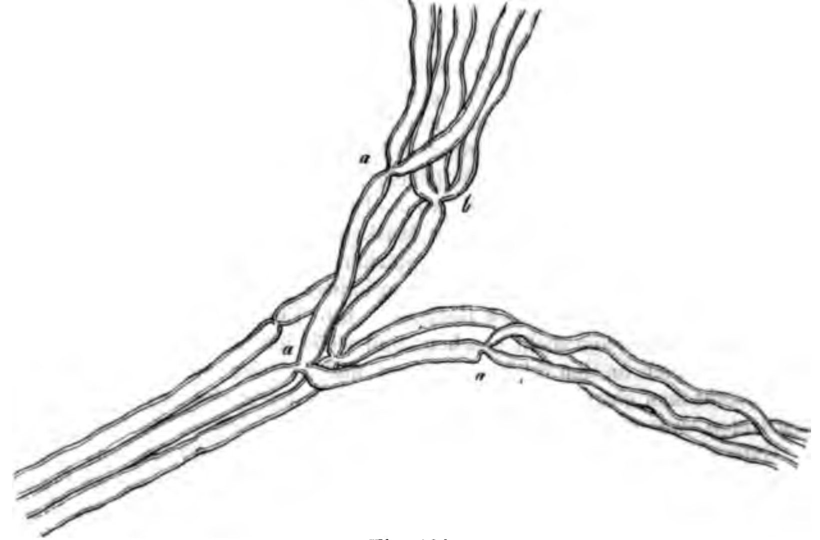


Fig. 121.

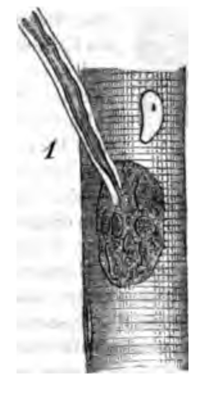
einmal 8 Aestchen aus Einem Puncte entspringen. Ueber die Menge dieser Theilungen macht man sich nicht leicht eine richtige Vorstellung, doch besitzen wir für einen Muskel des Frosches, den Hautmuskel der Brust (*Abdomino-guttural*, *Dugès*) genauere Angaben. Hier fand *Reichert*, dass der Nervenstamm für diesen 160—180 Muskelfasern zählenden Muskel 7 — 10 Primitivfasern besitzt, welche durch fortgesetzte Theilungen schliesslich 290—340 Endigungen bilden. Nimmt man nun noch dazu, dass, wie unten gezeigt werden soll, die von *Reichert* gezählten dunkelrandigen Endigungen noch nicht die letzten sind, dass vielmehr jede dunkelrandige Faser noch in viele (3—5—10 und noch mehr) blasse Endfasern ausgeht, so überzeugt man sich, dass hier Einrichtungen von einem Reichthume vorliegen, von denen man früher auch nicht die geringste Ahnung hatte. Die Endigungen selbst anlangend so sind alle früheren Erfahrungen, in Betreff welcher ich auf meine Mikr.

Fig. 121. Nervenfasertheilungen in einem kleinen Aestchen aus dem Hautmuskel der Brust des Frosches, 350mal verg. *a*. Zweitheilungen, *b*. Dreitheilung.

Anat. und die 4. Aufl. d. Werkes verweise, durch die neuesten Untersuchungen von *W. Kühne, mir, Rouget, Krause, Engelmann, Cohnheim* und a. überholt und soll im Folgenden ohne näheres Eingehen in die allmähliche Entwicklung unserer Kenntnisse in diesem Gebiete nur der jetzige Stand derselben auseinandergesetzt werden. —

Beim Frosche und den Fischen, welche letzteren jedoch noch wenig genau untersucht sind, gehen die dunkelrandigen Nerven nach wiederholten Theilungen in blasse von *Kühne* zuerst genauer geschilderte Endfasern über, die nach meinen Erfahrungen aus einer Fortsetzung der Nervenscheide und des Axencylinders bestehen und da und dort dieselben Kerne zeigen, die auch in der Scheide der dunkelrandigen Nervenfasern sich finden, welche Kerne von *Kühne* irrthümlich als besondere „Endknospen“ von verwickeltem Bau oder „Besatzkörperchen“ beschrieben wurden. Diese Endfasern zeigen meist wiederholte oft sogar zahlreichere Theilungen und liegen mit ihren Anfängen bestimmt auf dem *Sarcolemma*. Ihr allerletztes Ende, das von *Kühne* und mir als zugespitzt geschildert wurde, soll nach *Krause* eine kleine dreieckige, von der Fläche gesehen rundliche Verbreiterung von 15—20 μ Grösse bilden, die bald einen Kern besitzt, bald eines solchen entbehrt, eine Beobachtung die ich auch bei neuerdings wiederaufgenommenen Untersuchungen am Brusthautmuskel des Frosches nicht zu bestätigen im Stande war, indem ich wie früher nur spitze oder leichtabgerundete aber nicht verbreiterte Enden sah. *Krause* und *Rouget* verlegen wie ich die Endfasern ganz und gar an die Aussenseite des *Sarcolemma*, *Kühne, Engelmann* und *Waldeyer* dagegen an die Innenseite desselben und lässt sich nicht leugnen, dass dieser Punct am allerschwersten zu erledigen ist, doch liegt der Kern der Frage nicht da, wo man ihn bisher gesucht hat. Nach *Kühne* soll die ganze blasse Nervenendigung innerhalb der Muskelfaser liegen, es ist jedoch von mir gezeigt worden, womit auch *Krause* sich einverstanden erklärt, dass viele blasse Enden entschieden aussen am Sarcolemma liegen. Handelt es sich dagegen darum zu bestimmen, ob die letzten Enden dieser blassen Fasern auf oder unter der Muskelfaserscheide liegen, so scheint es mir für einmal nicht möglich, eine bestimmte Antwort zu geben, indem es sich hier um Verhältnisse handelt, die ihrer Zartheit wegen einer jeden sicheren Beobachtung bisher sich entzogen.

Für die Reptilien, Vögel und Säuger ist durch *Rouget* eine besondere Endigung der Muskelnerven aufgefunden worden in Gestalt länglichrunder „Endplatten“ (*plaques terminales Rouget*) welche fast gleichzeitig auch durch *W. Krause* wahrgenommen und „motorische Endplatten“ genannt wurden. An diesen Endplatten, die gleich von allen Seiten (*Th. W. Engelmann, Kühne, Waldeyer, Letzerich, Cohnheim*) bestätigt wurden und in der That sowohl an frischen als an mit verschiedenen Reagentien, besonders sehr verdünnter Essigsäure und Höllenstein behandelten Muskeln nicht schwer zu sehen sind, sind gewisse Verhältnisse sehr leicht zu erkennen, andere dagegen immer noch Gegenstand der Erörterung. Leicht zu sehen ist, dass die Nervenprimitivfasern der genannten Geschöpfe dunkelrandig und mit kernhaltiger Scheide bis dicht an die Endplatten herangehen. In dieser setzt sich die Scheide in eine Begrenzungsmembran der Endplatte fort, während die Nervenfaser selbst, blass und schmal werdend, im Innern der Platte sich verliert, deren Hauptmasse aus einer feinkörni-



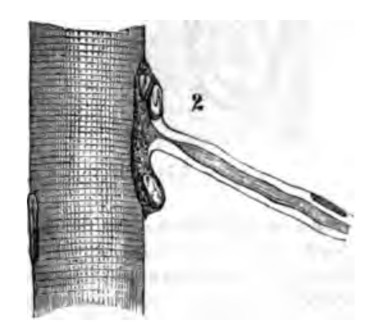


Fig. 122.

Fig. 122. Zwei motorische Endplatten aus dem Hautmuskel der Ratte 400mal vergr. 1 von der Fläche 2 von der Seite. Die zutretende Nervenröhre hat eine Scheide mit Kernen. Die Platte selbst zeigt das blasse Ende der Faser bei 2 verbreitert, ferner Kerne, eine granulirte Substanz und eine Hülle, die mit der Nervenscheide zusammenhängt. Aus einem mit sehr verdünnter Essigsäure behandelten Muskelstücke.

gen Substanz und einer grösseren Zahl (5—16) von Zellenkernen, ähnlich denen der Nervenscheide besteht. Handelt es sich aber darum, das eigentliche Ende der Nervenfaser und die Lage der Endplatte zum *Sarcolemma* zu bestimmen, so erheben sich grosse Schwierigkeiten. Ersteres anlangend so lässt *Krause* jede dunkelrandige Nervenfaser einen oder mehrere blasse Endausläufer (Terminalfasern *Kr.*) in die Endplatte hineinsenden, welche mit leicht kolbenförmigen Anschwellungen enden, während *Kühne* und *Cohnheim* ihren neuesten Erfahrungen zufolge den Axencylinder der dunkelrandigen Nervenröhre in der Endplatte in Gestalt eines ästigen und eigenthümlich buchtigen Gebildes ausgehen lassen, das *K.* die Nervenendplatte im engern Sinne heisst, während er die ganze Bildung, die dieselbe enthält, »Nervenhügel« benennt. Auf der andern Seite erklärt *Rouget* diese Nervenendplatten für Kunsterzeugnisse, freilich ohne selbst etwas bestimmtes über das letzte Nervenende auszusagen, und ich möchte dieser Ansicht mich anschliessen, insofern als mir scheint, dass das stark buchtige Ansehen, das die genannten Forscher zeichnen, nicht natürlich ist. Auch beim Frosche habe ich die blassen Endfasern nicht selten mit stark buchtigen Rändern gesehen, obschon nicht zu bezweifeln ist, dass dieselben eigentlich ziemlich geradrandige Bildungen sind. Bei Säugethieren habe ich das Nervenende in der motorischen Endplatte bisher nur als einfache Verbreiterung von dreieckiger Gestalt in der Seitenansicht gesehen und auch einmal ein solches Ende isolirt dargestellt (Fig. 122), doch will ich nicht leugnen, dass nicht auch und vielleicht vor allem bei beschuppten Amphibien Theilungen dieses Endes vorkommen, die dann durch äussere Einwirkungen in der eigenthümlich buchtigen Gestalt erscheinen könnten, die *K.* und *C.* schildern.

In Betreff der Lage der motorischen Endplatten der höheren Wirbelthiere treffen wir ebenfalls zwei Ansichten, indem *Krause* dieselben an die äussere, alle andern Beobachter mit *Rouget* an die innere Fläche des *Sarcolemma* verlegen. Ein jeder, der diese Sache selbst prüft, wird gestehen müssen, dass die Entscheidung nach der einen oder anderen Seite äusserst schwer ist und dass Bilder vorkommen, die ebenso bestimmt für die eine, wie für die andere Annahme zu sprechen scheinen. Nichts destoweniger muss ich vorläufig auf die Seite *Krause's* treten, vor allem gestützt auf Fälle wie sie die Fig. 123 ergeben und will ich nur noch bemerken, dass die Beobachtungen an wirbellosen Thieren eher diese Auffassung unterstützen. Alle älteren Erfahrungen von *Doyère*, *Quatrefages* und mir sprechen für eine einfache Anlagerung des verbreiterten Nervenendes an die Muskelfaser und dasselbe lehren in der bestimmtesten Weise die schönen neuen Beobachtungen von *Greeff* über die Nervenenden der *Arctiscoiden*. Im Widerspruche hiermit stehen nun allerdings scheinbar der Erfahrungen über höhere Arthropoden, vor allem die von *Engelmann* über *Trichodes*, wo das Eindringen der Nerven unter das *Sarcolemma* bestimmt beobachtet zu sein scheint, wenn man jedoch erwägt, dass nach *Weismann's* Untersuchungen die Muskelfasern und das *Sarcolemma* der Insecten nicht den gleichbenannten Theilen der höheren Thiere vergleichbar sind, sondern die ersten eher einem ganzen Muskelbündel entsprechen, so werden die an diesen Geschöpfen gemachten Wahrnehmungen vorläufig nicht zur Unterstützung der Ansicht von *Rouget*, *Kühne* u. A. zu verwerthen sein.

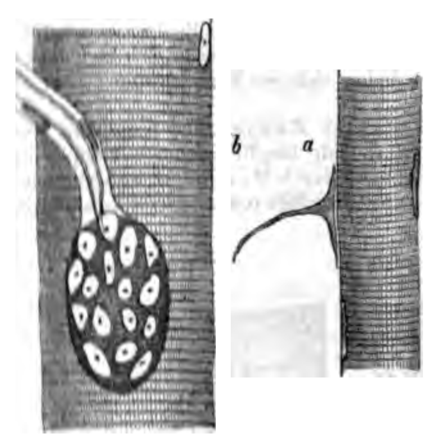


Fig. 123.

Vergleichen wir zum Schlusse noch die Nervenendigung in den Muskeln der Frösche und der höheren Thiere mit einander, so ergibt sich als wesentlicher Unterschied der, dass bei ersteren die Nervenenden stark verästelt, bei letzteren ungetheilt oder nur wenig ästig

Fig. 123. *a.* Eine Muskelfaser der Ratte mit sehr verdünnter Essigsäure behandelt, an der von der zutretenden Nervenfaser und der Endplatte nur der Axencylinder mit einem schellenförmigen Ende in Verbindung mit der Muskelfaser sich erhalten hat. *b.* Muskelfaser des Kaninchens mit einer motorischen Endplatte. Verg. 400.

an den Muskelfasern auslaufen. Daher das ganz verschiedene Bild eines über eine grössere Fläche ausgebreiteten Büschels auf der einen, einer kleinen Platte auf der andern Seite. Dieser Auffassung zufolge entspricht die Hülle die die motorischen Endplatten bekleidet den Nervenscheiden der Endfasern des Frosches, die Kerne derselben, den Kernen an diesen Fasern (den Nervenendknospen *Kühne's*) und findet einzig und allein die granulirte diese Kerne tragende Substanz der Endplatten kein Analogon beim Frosche. —

In der gegebenen Schilderung ist auf die früheren Erfahrungen von *Schaafhausen* und die neuen Angaben von *Beale*, nach denen die Nervenenden der Muskeln ein ausserhalb der Muskelfasern gelegnes Netzwerk kernhaltiger blasser Fasern bilden, keine Rücksicht genommen worden, da meine eigenen Erfahrungen wie die anderer Forscher von einem solchen Netzwerke nichts ergeben haben und ich somit nicht umhin kann, anzunehmen, dass Verwechselungen mit elastischen und Bindegewebeelementen zu den betreffenden Angaben Veranlassung gegeben haben.

Ausser der von *Kühne* geschilderten Nervenendigung fand ich nun übrigens in den Muskeln des Frosches noch eine zweite sehr reichliche und bisher ganz unbekannte, die, wie mir scheint, den sensiblen und Gefässnerven angehört. Seit meinen Untersuchungen über die Muskeln des Menschen und denen von *Reichert* über den Hautmuskel des Frosches ist es bekannt, dass neben den Nerven der Muskelfasern selbst, die einen mehr beschränkten Verbreitungsbezirk besitzen, auch spärliche andere, wahrscheinlich sensible Fasern vorkommen, die über grosse Muskelflächen verlaufen. *Reichert* gibt an (*Müll.* Arch. 1851. p. 71), dass diese Fasern im Hautmuskel des Frosches keine Endigungen zeigen und dass demnach eine auf ihn beschränkte Empfindung nicht statthaben könne, es ist daher wohl nicht ohne Belang auch mit Hinsicht auf die Physiologie, dass ich die Endigung auch dieser Elemente aufgefunden habe. Die betreffenden Fasern sind feine dunkelrandige Röhren mit deutlicher kernhaltiger Scheide, die theils vom Stamme des Hauptnerven abgehen, zum Theil auch von aussen her an den Muskel treten. Verfolgt man dieselben an mit verdünnter $\bar{A}$ durchsichtig gemachten Muskeln, so findet man, dass sie da und dort seitlich feine marklose blasse Fasern abgeben und an ihren Enden in solche auslaufen, welche wie die Endäste der Muskelnerven Kerne führen, aber durch ihren Verlauf über weite Strecken und ihre spärlichen Verästelungen von diesen sich unterscheiden. Diese zweite Art markloser Fasern verläuft theils im Innern des Muskels und hier besonders neben den grösseren Gefässen, theils und vor Allem an den beiden Oberflächen desselben, und zwar viel reichlicher an der freien Fläche, meist die Muskelfasern kreuzend. Ueber ihr Ende bin ich soweit im Unklaren, als ich nicht weiss, ob die scheinbar freien Enden, die man da und dort sieht, wirklich solche sind, dagegen weiss ich mit Bestimmtheit, dass sie in gewissen, aber ziemlich seltenen Fällen untereinander sich verbinden. Neben den dunkelrandigen Fasern, die in diese blasse Verästelung auslaufen, gibt es übrigens immer solche, die, wie *Reichert* richtig meldet, über den Bereich der betreffenden Muskeln hinausgehen, um anderswo zu enden.

Noch erwähne ich, dass im Hautmuskel der Brust des Frosches im Winter (Februar) ausnahmslos 3—5 eigenthümliche Bildungen vorkommen, die auf den ersten Blick an Tastkörperchen oder Endkolben erinnern, ohne jedoch in diese Abtheilung von Organen zu gehören. Auf den ersten Blick und selbst bei genauerer Untersuchung erscheinen die fraglichen Gebilde als etwas verbreiterte Stellen schmalerer Muskelfasern, die durch einen grossen Reichthum an mehr rundlichen Kernen sich auszeichnen, zu denen meist Eine einzige sehr breite Nervenfaser tritt, um sie mit einigen Windungen und knäuelförmigen Bildungen, in denen auch Theilungen vorkommen, zu umgeben und oft unzweifelhaft in dieselben einzutreten. Letzterer Umstand machte mir diese Bildungen besonders wichtig, und gab es eine Zeit, wo ich der Ueberzeugung mich hingab, dass hier wenigstens im Sinne *Kühne's* die Nervenfasern in die Muskelprimitivbündel eintreten. Eine sorgfältige und nicht leichte Untersuchung der betreffenden Muskelfasern an durch Essigsäure durchsichtig gemachten Muskeln mit Hülfe ganz starker Vergrösserungen, lehrte mich jedoch, dass die vermeintliche einfache Muskelfaser aus einem ganzen Bündel von 3—7 feinen Fasern besteht, zwischen denen die Nervenfasern nur hindurchtreten. Es sind diess dieselben feinen Muskelfasern, aus deren genauerer Verfolgung *Weismann* das Vorkommen einer Längstheilung bei Muskelfasern abgeleitet hat (siehe den folgenden §.) und war es, nachdem ich einmal soviel wusste, nicht mehr schwer, diese Bündel durch starke Kalilösung für sich darzustellen und an denselben die Stelle nach-

zu weisen, wo die Reste der dunkelrandigen Faser sich befanden. An dieser Stelle hingen die feinen Muskelfasern innig zusammen und zeigte sich auch ein sie verbindendes körnig streifiges zartes Gewebe, das ich als veränderten Ueberrest der feinen Nervenverästelung und eines diese vielleicht begleitenden spärlichen Bindegewebes aufzufassen geneigt bin. Deutet man, wie *Weismann* sicherlich mit Recht es thut, die Bündel feiner Fasern als Theilungsergebnisse einer stärkeren Muskelfaser, so werden die eigenthümlichen, von mir gefundenen Nervenknäuel auf einmal klar und erscheinen dieselben als Wucherungen der Nervenfaser des ursprünglichen Muskelprimitivbündels, welche gleichzeitig mit der Theilung desselben sich anschickt, auch allen den Theilfasern ihre Nervenenden zukommen zu lassen. Eine genaue Erforschung der hierbei statthabenden Vorgänge verbietet der innige Zusammenhang der feinen Muskelfasern an der betreffenden Stelle, den, beiläufig bemerkt, schon *Weismann* beschreibt und abbildet (l. i. c. St. 268. Taf. VI. Fig. III.), ohne dessen Bedeutung zu kennen, doch zweifle ich nicht, dass die ursprünglichen blassen Nervenenden durch Wucherung und Kernvermehrung nach und nach so sich entwickeln, dass sie schliesslich alle neuen Fasern zu versorgen im Stande sind und glaube ch auch, dass ein Theil der zahlreichen rundlichen Kerne an der fraglichen Stelle den Nervenenden angehört. — Zum Schlusse nun noch die Bemerkung, dass das Ganze der Vorgänge, in welche hier zum ersten Male eine etwelche Einsicht sich eröffnet, wohl auch sehr wenig zu Gunsten der *Kühne*'schen Ansicht von der Endigung der Muskelnerven spricht. Wären die Nervenenden der sich theilenden Muskelfaser ursprünglich in derselben drin, so müssten sie, um auch alle Theilstücke zu versehen, offenbar in ganz unbegreiflicher Weise von der Theilung unbehelligt bleiben und später in einzelne der Theilfasern nicht nur hineingehen, sondern auch aus denselben wieder heraustreten, um zu den andern sich zu begeben. Lässt man dagegen, wie ich, die Nervenenden auf dem *Sarcolemma* aufliegen, so ist es äusserst leicht zu begreifen, wie dieselben nach und nach zwischen die Theilstücke hineinwuchern und schliesslich an jedem derselben besondere Endzweige bilden. So gewinnen die Nervenknäuel oder vielleicht besser **Nervenknospen**, auch von dieser Seite an Bedeutung und ist diess der Grund, warum sie hier ausführlicher besprochen wurden. — In neuester Zeit sind diese Bildungen von *Kühne* auch in den Muskeln der Ratte, Maus, des Kaninchens und der Eidechse aufgefunden und mit dem Namen »Muskelspindeln« belegt worden. Soll das Eigenthümliche an den betreffenden Muskelfasern mit einem besonderen Namen bezeichnet werden, so empfiehlt sich der von »Muskelknospen«, denn nicht die Spindelform sondern der eigenthümliche Theilungsvorgang an den Muskelfasern ist die Hauptsache.

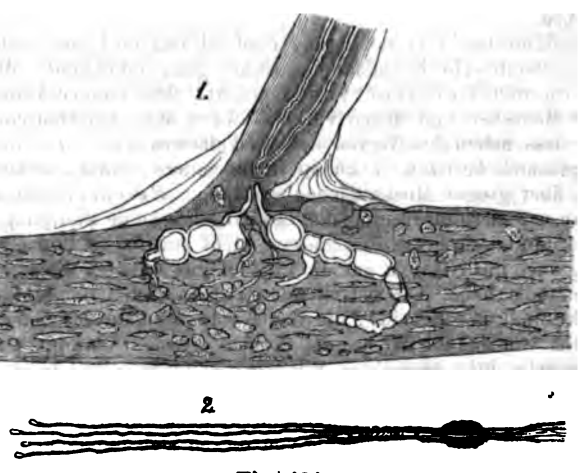


Fig. 124.

Fig. 124. 1. Nervenhaltige Mitte einer Muskelknospe (Nervenknospe) aus dem Brusthautmuskel des Frosches mit sehr verdünnter Essigsäure. Verg. 600mal. Die scheinbar einfache Muskelfaser läuft an ihren Enden in mehrfache Fasern aus, und stellt wahrscheinlich auch in der Mitte schon ein Bündel von Fasern dar. 2. Eine solche **Muskelknospe**, die schon bestimmt aus 4 ausgebildeten feinen Muskelfasern besteht, des Frosches mit Kali concentr. und nur etwas über die Hälfte dargestellt. Geringe Vergröss.

§. 81.

Entwickelung der Muskeln und Sehnen. Die Anlagen der Muskeln bestehen anfänglich aus denselben Bildungszellen, welche den übrigen Leib der Embryonen zusammensetzen, und aus demselben entwickeln sich erst nach und nach durch histiologische Umwandlung die Muskeln, Sehnen u. s. w. Beim Menschen werden die Muskeln erst am Ende des zweiten Monats deutlich, sind jedoch anfänglich nur für das bewaffnete Auge zu erkennen, weich, blass, gallerartig, und von ihren Sehnen nicht zu unterscheiden. In der 10ten bis 12ten Woche erhennt man dieselben namentlich an Weingeiststücken deutlicher und nun treten auch die Sehnen als etwas hellere, jedoch ebenfalls durchscheinende Streifen auf. Im vierten Monate sind Muskeln und Sehnen noch kenntlicher, erstere am Rumpfe leicht röthlich, letztere weniger durchscheinend, graulich, beide noch weich. Von nun an gestalten sich beide Theile immer mehr zu dem, was sie später sind, so dass sie beim reifen Embryo, ausser dass die Muskeln noch weicher und blasser und die Sehnen gefässreicher und weniger weiss sind, keine nennenswerthen Abweichungen mehr darbieten.

Die feinern Verhältnisse anlangend, so sind bei Embryonen aus dem Ende des zweiten Monats die Primitivbündel lange, von Stelle zu Stelle knotig angeschwollene und hier mit länglichen Kernen versehene 2,2—4,5 μ breite Bänder, die entweder gleichartig oder feinkörnig aussehen und nur selten eine ganz leise Andeutung von Querstreifen zeigen. Die erste Entwickelung dieser Muskelfasern war bisher ganz unbekannt, ich habe jedoch vor Kurzem gezeigt, dass jede derselben aus einer einzigen spindelförmigen Zelle mit Einem Kerne hervorgeht. Solche Fasern (Fig. 125) findet man im 2. Monate (bei Embryonen von 7—8 Wochen) in den eben gebildeten Anlagen der Hände und Füsse und messen dieselben bis zu 132—176 μ Länge. Bei denselben Embryonen haben Unterschenkel und Vorderarm schon etwas weiter entwickelte Fasern mit 2, 3—8 und 9 Kernen und einer Länge von 335 μ, die an beiden Enden fein zugespitzt auslaufen und hie und da schon einen Anflug von Querstreifung zeigen, und am Rumpfe und an den obersten Theilen der Glieder sind die Fasern so lang, dass es, wenigstens mit den gewöhnlichen Hülfsmitteln, nicht mehr gelingt, an einer Faser beide Enden zu erkennen. Diesem zufolge entsteht jede Muskelfaser aus einer einzigen Zelle, welche ungemein sich verlängert, während zugleich ihr Kern sich vermehrt, welche Vermehrung leicht zu beobachten ist, indem oft Kerne mit 2 *Nucleolis* und 2 mit ebenen Flächen dicht beisammenstehende solche vorkommen. In weiterer Entwickelung werden nun die langen vielkernigen Spindeln immer breiter und länger und entwickelt sich ihr Inhalt, das ursprüngliche Cytoplasma, zu den Muskelfibrillen. Im 4. Monate (Fig. 126) messen dieselben einem grossen Theile nach 6—11 μ in der Breite, einige selbst 13 μ, während andere freilich auch die

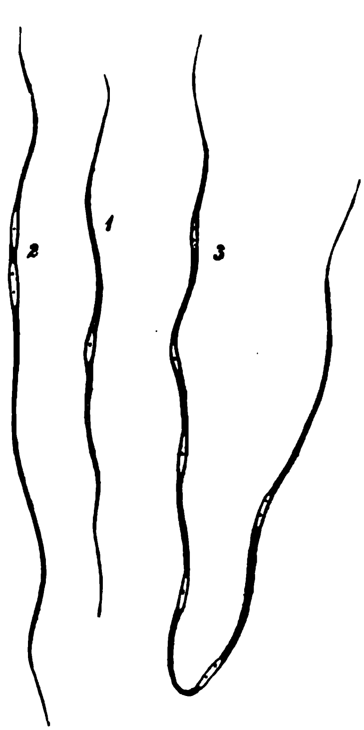


Fig. 125.

Fig. 125. Muskelfasern von einem zweimonatlichen menschlichen Embryo. 1. 2. Vom Fuss mit 1 und 2 Kernen. 3. Vom Unterschenkel mit 6 Kernen. 350mal vergr.

Grösse von 3,5—4,5 μ nicht übersteigen, und sind die grösseren zwar noch immer abgeplattet, aber gleichmässig breit, zugleich auch bedeutend dicker als früher, meist deutlich längs- und quergestreift und selbst mit darstellbaren Fibrillen versehen. Zum Theil schon in der Längsansicht, noch besser aber auf Querschnitten ergibt sich, dass bei vielen die Fibrillen nicht die ganze Dicke der Primitivröhren einnehmen, sondern oberflächlich in Gestalt eines Rohres in denselben angelagert sind, während im Innern noch das ursprüngliche Protoplasma wie früher sich findet, das nun wie in einem Canale innerhalb der Fibrillen enthalten ist. Alle Primitivröhren besitzen ein Sarcolemma (Fig. 126, *b*), welches durch Essigsäure und Natron als ein sehr zartes Häutchen nachzuweisen ist und auch hin und wieder durch eingedrungenes Wasser von den Fibrillen sich abhebt; ausserdem zeigen dieselben wie anfangs Kerne, welche unabänderlich am Sarcolemma anliegen und dasselbe oft bauchig abheben und wie früher so auch jetzt noch in einer energischen Vermehrung begriffen sind. Dieselben sind alle bläschenförmig, rundlich oder länglich, mit sehr deutlichen einfachen oder doppelten *Nucleolis*, oft wie in Theilung begriffen, und viel zahlreicher als früher, am häufigsten zu zweien dicht beisammen, oft aber auch gruppenweise zu 3, 4, selbst 6 neben und hintereinander gelagert. — Von nun an bis zur Geburt verändern sich die Muskelfasern nicht mehr bedeutend, ausser dass sie an Dicke zunehmen und im Innern Fibrillen ablagern. Beim Neugebornen messen sie 12—15 μ, sind ohne Höhlung im Innern, rundlich vieleckig, je nach Umständen längs- und quergestreift wie beim Erwachsenen, mit ungemein leicht darstellbaren Fibrillen und noch mehr Kernen als früher.



Fig. 126.

Dem Bemerkten zufolge ist das Sarcolemma die ungemein gewachsene Hülle der ursprünglichen embryonalen Muskelzelle, die Kerne die Abkömmlinge des ersten Zellenkernes dieser, der durch Theilungen sich vermehrt. Die Muskelfibrillen sind fest gewordener umgewandelter Inhalt der ursprünglichen Röhre, und bilden sich in vielen Fällen nachweisbar vom Sarcolemma aus nach innen, in andern vielleicht aber auch in der ganzen Röhre auf einmal.

Das Wachsthum der Gesammtmuskeln kommt vor Allem auf Rechnung der Längen- und Dickenzunahme der Primitivbündel. Beim 4—5monatlichen Embryo sind dieselben schon zum Theil fünfmal stärker als bei dem von 2 Monaten, beim Neugebornen messen sie grösstentheils zweimal, zum Theil selbst drei- und viermal mehr als im 4ten oder 5ten Monate und beim Erwachsenen betragen sie ungefähr fünfmal mehr als beim Neugebornen. Mit der Dicke der Bündel müssen auch die Fibrillen an Zahl zunehmen, da sie nach *Harting* beim Erwachsenen nur um Weniges dicker sind als beim Fötus (man vergl. *Harting*, *Rech micrometr.* und *Hepp* l. i. c.). Eine für die höheren Geschöpfe noch nicht ermittelte Frage ist die, zu welcher Zeit ein Muskel die volle Zahl seiner Muskelfasern besitzt. Die früheren Erfahrungen schienen dafür zu sprechen, dass dies schon während der Embryonalperiode geschieht, nun ergeben aber die Zählungen von *Budge*, denen jedoch widersprechende Angaben von *Aeby* gegenüberstehen, und die unmittelbaren Beobachtungen von *Weismann* und mir, dass beim Frosche auch in späteren Zeiten, ja selbst beim ausgewachsenen Thiere noch Muskelfasern entstehen und erscheint es daher nicht unmöglich, dass

Fig. 126. Primitivfasern eines 4 Monate alten menschlichen Embryo, 350mal vergr. 1. Ein Bündel mit einer noch nicht faserigen hellen Masse im Innern. 2. Bündel ohne solche mit Andeutung von Querstreifen, *a*. Kerne, *b*. Sarcolemma.

etwas der Art auch bei den Säugethieren sich findet. Sollte dem so sein, so wäre, gestützt auf *Weismann's* Wahrnehmungen, vor Allem an Theilungen der schon vorhandenen Muskelfasern, vielleicht auch an Bildung ganz neuer Muskelfasern von den Bindegewebskörperchen des *Perimysium* aus zu denken.

Die Elemente der Sehnen sind ursprünglich ebenfalls gedrängt beisammenliegende runde Bildungszellen, die jedoch nur kurze Zeit in diesem Zustande verharren, sondern, wie Untersuchungen an jungen Säugethierembryonen lehren, selbst bald spindelförmig werden. Zur Zeit, wo die Sehnen als Organe wahrnehmbar werden, findet sich neben den Zellen auch

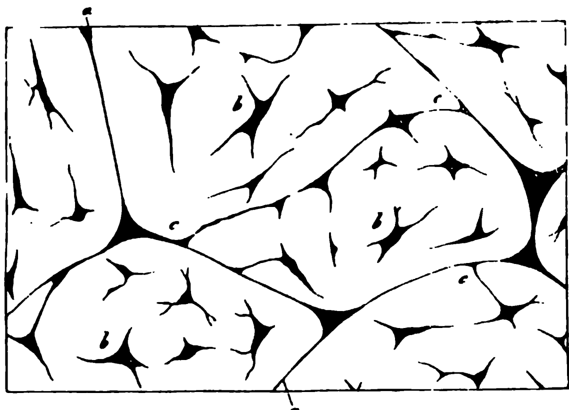


Fig. 127. Fig. 128.

eine streifige Zwischensubstanz, die immer deutlicher zur leimgebenden fibrillären Sehnensubstanz sich gestaltet, während die Spindelzellen untereinander sich verbinden und zu den Bindegewebskörperchen der Sehnen werden. Das weitere Wachsthum geschieht so, dass, während das Zellennetz unter gleichzeitiger Vermehrung seiner Kerne sich weiter ausbreitet (verlängert und in der Breite ausdehnt), immer mehr Zwischensubstanz abgesetzt wird, bei welchem Vorgange neben den Zellen sicherlich auch die zahlreichen Blutgefässe wachsender Sehnen eine Rolle spielen. So rücken die Zellen immer weiter auseinander, doch stehen dieselben, wie leicht begreiflich, noch beim Neugebornen viel dichter als beim Erwachsenen (Fig. 128). Die Fibrillen scheinen bei Embryonen ebenso stark zu sein wie beim Erwachsenen und beruht demnach das Wachsthum der Zwischensubstanz auf der Bildung immer neuer Fibrillen zwischen den alten und nicht auf einer Dickenzunahme dieser selbst.

Bis vor wenigen Jahren galt die Annahme von *Schwann*, nach welcher die Muskelfasern aus vielen hintereinander liegenden verschmelzenden Zellen sich entwickeln, all-

Fig. 127. Eine in Bildung begriffene Sehne aus einer einzigen verlängerten Zelle *a* bestehend, die ich jetzt als ein Bindegewebskörperchen mit umhüllender Bindesubstanz deute. Die einfache Sehne vereint 2 unentwickelte Muskelfasern *b b*, von denen jede auch nur Eine Zelle darstellt. Aus dem hintersten Theile des Schwanzes einer Froschlarve mit inneren Kiemen 350 mal vergr.

Fig. 128. Ein Theil des Querschnittes einer Sehne des Kalbes, 350mal vergr. *a* Scheidewände der kleinsten Sehnenbündel. *b* Bindegewebskörperchen mit den häutigen Ausläufern im Querschnitte wie sternförmige Zellen sich ausnehmend. *c* Verbindungen der Ausläufer der Zellen mit den Scheidewänden.

gemein als richtig, in den letzten Zeiten erhielt jedoch die Ansicht von *Prévost* und *Lebert* und *Remak*, nach der jede Muskelfaser aus einer einzigen Zelle hervorgeht (S. §. 28), das Uebergewicht und schlossen sich ausser mir auch andere Beobachter, wie *M. Schultze, Weismann, F. E. Schulze, C. O. Weber* und *Zenker* an dieselbe an, so dass dieselbe wohl jetzt als gesichert angesehen werden kann. Ich begnüge mich daher damit einfach zu erwähnen, dass in den letzten Jahren von *Margo* und *Deiters*, von *Rouget*, *Clarke* und A. abweichende Ansichten aufgestellt worden sind, und verweise noch auf nebenstehende Figur.

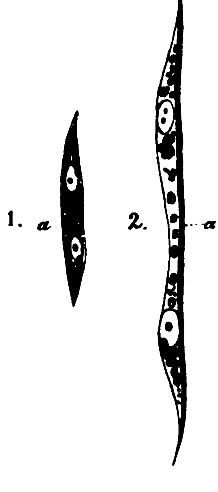


Fig. 129.

In Betreff des **Wachsthumes der Muskeln** scheint *Budge* durch seine Zählungen festgestellt zu haben, dass beim Frosche auch nach der Larvenzeit immer noch neue Fasern sich bilden. So waren die Mengen der Muskelfasern im *Gastrocnemius* von 5 Fröschen von 13 Mm., 15 Mm., 17 Mm. 46 Mm. und 80 Mm. Körperlänge (vom Scheitel bis zum After) 1053, 1336, 1727, 3434, 5711. Dagegen fand *Aeby* im *Sartorius* von 56 Fröschen von 20—87 mm Länge Unterschiede der Faserzahlen, die sich nur wie 1 : 1,4 verhielten, und hält daher die Faserzunahme mit der Körperlänge nicht für bedeutend und beständig wie *Budge*. Ueber die Art und Weise der Bildung der neuen Fasern spricht sich *Budge* nicht bestimmt aus, doch nahm derselbe einige Thatsachen wahr, die ihm für eine Entstehung derselben durch Abschnürung der Randtheile schon gebildeter Fasern (d. i. eine Art Längstheilung) zu sprechen schienen. In demselben Sinne sprechen auch die von *Weismann* bei erwachsenen Fröschen im Winter angestellten Erfahrungen. Nach diesen gehen in dieser Zeit bei Fröschen viele Muskelfasern durch fettige Degeneration zu Grunde und an der Stelle dieser bilden sich aus schon vorhandenen Fasern durch besondere Vorgänge von Längstheilung neue Fasern. Auch *Wittich* nimmt eine Neubildung von Muskelfasern in der angegebenen Jahreszeit an, setzt dieselbe jedoch auf Rechnung der Bildung neuer kurzer Muskelzellen, die im *Perimysium internum* sich entwickeln. — Was mich anlangt, so besitze ich über die Bildung neuer Muskelfasern bei noch wachsenden Muskeln keine Erfahrungen, dagegen kann ich für die ausgebildeten Winterfrösche *Weismann's* Erfahrungen im Wesentlichen bestätigen. Durch Kali von 35 % lassen sich aus jedem Muskel eine gewisse Zahl Fasern mit einfachen und mehrfachen Kernreihen, dann eben solche mit Spaltbildungen kürzerer oder längerer Art, die da und dort in der Mitte der Fasern auftreten, endlich ganze Bündel feiner Fasern, die an der Nerveneintrittsstelle fetter zusammenhängen (Siehe oben) für sich darstellen und habe auch ich die Ueberzeugung gewonnen, dass hier Theilungsvorgänge schon vorhandener Muskelfasern sich finden und zwar weniger Abspaltungen von den Seiten her, die ich übrigens nicht anzweifeln will, sondern vor Allem Theilungen ganzer Fasern in 2, 3 und mehr feinere Fasern auf einmal. Von den Faserzellen *Wittich's* habe ich bis jetzt nichts gesehen, doch ist vielleicht Kali nicht das Mittel um dieselben nachzuweisen, da es auch die Bindegewebskörperchen undeutlich macht. — Hier will ich nun noch einen andern Punct berühren. Schon vor längerer Zeit sind von mir Muskelfasern des Frosches beschrieben und abgebildet worden (Zeitschr. f. w. Zool. VIII.), die im Innern ganz mit runden kernhaltigen Zellen gefüllt waren und solche Fasern sind mir auch bei neuen Untersuchungen im Winter häufig vorgekommen. Ich habe mir die Frage vorgelegt, ob nicht diese endogenen Zellen zur Bildung neuer Muskelfasern verwendet werden, und die kürzeren einkernigen Faserzellen *Wittich's* vielleicht Abkömmlinge derselben seien. Es ist mir jedoch bis jetzt noch nicht gelungen, diese Vermuthung durch ganz bestimmte Thatsachen zu erhärten und ist Alles, was ich bisher gesehen habe, das, dass die fraglichen endogenen Zellen in einzelnen Fällen auch länglichrund gefunden werden.

Bei der **Untersuchung** der Muskeln ist es nöthig, dieselben frisch und mit ver-

Fig. 129. In Entwickelung begriffene Muskelfasern einer Froschlarve, die noch keine Kiemen besitzt. 1. Zweikernige Muskelzelle von der Schwanzspitze. 2. Eben solche, längere von der Mitte des Schwanzes. *a*. Anlage der querstreifigen Substanz, 350mal vergr.

schiedenen Reagentien behandelt zu erforschen. Muskelprimitivbündel stellt man am leichtesten für sich dar an gekochten oder in Spiritus gelegenen Muskeln, an denen man meist auch prächtige Querstreifen findet, ebenso wie nach Behandlung mit Sublimat und Chromsäure. Ganz vortrefflich ist die Kalilösung von 32—35%, die *Moleschott* zuerst zum Darstellen der Faserzellen der glatten Muskeln vorschlug und ebenso wie *Weismann* auch bei den quergestreiften Muskelfasern anwandte. Froschmuskeln werden in dieser Flüssigkeit in Zeit von 10—20 Minuten so weich, dass sie ganz und gar in ihre Elemente zerfallen und die Gestalten derselben aufs schönste zeigen. *Budge* empfiehlt zu diesem Ende eine beliebige Mischung von Salpetersäure und chlorsaurem Kali, *Wittich* das Kochen in einer Lösung dieser Stoffe. Das Sarcolemma ist bei Amphibien und Fischen sowohl an frischen Muskeln nach Zusatz vom Wasser als an Spiritusstücken leicht nachzuweisen; indem es meist stellenweise weit von den Fibrillen sich abhebt oder absteht, bei höhern Geschöpfen und beim Menschen zeigt es sich zufällig beim Zerzupfen der Bündel, ferner an in verdünnter Salzsäure erweichten und an gekochten Bündeln und bei Zusatz von Essigsäure und Alkalien. Ich kann hier besonders *Natron caust. dilutum* empfehlen, das in vielen Fällen den Inhalt der Muskelröhren so flüssig macht, dass derselbe in anhaltendem Strome sammt den Kernen aus denselben herausquillt, in welchem Falle dann die Scheiden sehr deutlich zur Anschauung kommen. Nirgends jedoch zeigen sich beim Menschen die Scheiden schöner als bei erweichten, atrophischen, fettig oder anderweitig entarteten Muskeln, und zwar um so mehr, je grösser die Entartung der Fibrillen ist. Die Muskelfibrillen sieht man an ganz frischen Muskeln hie und da, jedoch weniger leicht, ganz schön dagegen, sobald die Todtenstarre eingetreten ist. Leicht isoliren sich dieselben an Spirituspräparaten, besonders der Perennibranchiaten (*Siredon, Proteus* etc.), durch Behandlung mit Chromsäure (*Hannover*), durch 8—21 Tage lange Maceration bei 1—8° R. in Wasser, dem, zur Verhinderung der Fäulniss, etwas Sublimat zugesetzt wird, (*Schwann*); auch Maceration in den Mundflüssigkeiten (*Henle*) erlaubt eine leichte Darstellung derselben, wogegen nach *Frerichs* (*Wagn.* Handwörterb. III. 1. p. 814) im Magen die Bündel in *Bowman*'sche Discs zerfallen, welche Discs am leichtesten durch verdünnte Salzsäure (von $^1/_{500}$—$^1/_{1000}$) und sehr verdünnte Essigsäure zu erhalten sind (s. oben §. 72). Die *Cohnheim*'schen Felder der Querschnitte und die denselben entsprechenden Fascikel sieht man am schönsten an mit Serum oder Kochsalz behandelten Schnitten gefrorener Muskeln. Die Kerne der Muskelbündel untersucht man am besten nach Essigsäurezusatz; durch Natron (siehe vorhin) kann man dieselben für sich darstellen, ebenso durch sehr verdünnte Essigsäure und Salzsäure, welche die Fibrillen auflösen; durch verdünntes Kali quellen dieselben sehr auf (*Donders*) und durch Kali concentratum erscheinen dieselben als helle *Vacuolen* in grosser Zierlichkeit. Ueber die Einwirkung verschiedener Reagentien auf die Muskelelemente vergleiche man noch die Abhandlungen von *Donders* (Holländ. Beitr.) und *Paulsen* (*Observ. microchem. Dorp.* 1849), dann *Lehmann* (Phys. Chem. Bd. III) und die im §. 32 erwähnten neueren Autoren. Freie Enden von Muskelfasern sieht man an gekochten in Glycerin gelegten Muskeln am besten (*Rollett*) und nach Behandlung mit Kali von 35%. Die Gefässe der Muskeln studirt man an frischen dünnen Muskeln und an Injectionen, die Nerven an den kleinsten Muskeln des Menschen, in den Muskeln kleiner Säuger besonders im Psoas und den Augenmuskeln, im Hautmuskel der Brust der Frösche. Die Nervenverästelung im Groben und die Theilungen der Fasern sieht man leicht nach Zusatz von verdünntem *Natron causticum* oder gewöhnlicher Essigsäure, um dagegen die marklosen Enden mit ihren Kernen zu sehen, bedarf es einer besonderen Zubereitung und empfehle ich in dieser Beziehung in erster Linie eine sehr verdünnte Essigsäure (auf 100 Ccm. *Aqua destillata* 8—16 gtt. *Acidum aceticum concentratum* von 1,045 spec. Gew.), die schon in 2—3 Stunden im Hautmuskel der Brust kleiner Frösche die Nervenenden deutlich zeigt und später diesen Muskel ganz durchsichtig macht und ihn auch Tage lang gut erhält. Sehr brauchbar sind auch 2) Salzsäure von 1 pro mille und namentlich 3) eine verdünnte Essigsäurelösung, zu der man einen Froschmagen gelegt hat, was natürlich eine Art künstlichen Magensaftes gibt, doch werden in diesen 2 Lösungen, von denen ich die letztere nur kalt angewendet habe, früher oder später auch die blassen Nervenenden angegriffen und sind dieselben nur eine gewisse Zeit lang sichtbar. Motorische Endplatten untersuche man theils an frischen Muskeln (*Retractor bulbi* der Katze, *Psoas* des Kaninchens u. s. w.) in Serum oder Kochsalz, dann an mit der vorhin angegebenen sehr verdünnten Essigsäure behandelten Muskeln, die man zerzupft, endlich nach Behandlung mit Höllenstein (*Cohn-*

heim), der die Muskeln braun färbt, die Endplatten dagegen hell erhält. Das Perimysium und die Gestalt und Lagerung der Muskelfasern zeigen Querschnitte getrockneter Muskeln sehr hübsch, dasselbe gilt auch von den Sehnenelementen. Die Ansätze der letztern an Knochen und ihre Knorpelzellen an diesen Stellen sieht man leicht, an der Achillessehne z. B., auf senkrechten Schnitten getrockneter Präparate, über ihr Verhalten zu den Muskelbündeln siehe den §. 77. Zur Untersuchung der Knorpelzellen in Sehnen macht man von der Oberfläche derselben Flächenschnitte und behandelt es mit Essigsäure oder sehr verdünntem Natron. Die Bindegewebskörperchen der Sehnen werden in Goldchlorid (Einlegen der Sehne auf 1 Stunde in eine Lösung von $\frac{1}{2}$ %, dann in destillirtes Wasser an das Licht) ausgezeichnet schön. Zur Erforschung der Entwickelungsgeschichte endlich sind vor Allem die nackten Amphibien, namentlich in Chromsäure gelegte Larven zu empfehlen und erst in zweiter Linie die Säugethiere.

Literatur der Muskeln. Ausser den beim §. 32 genannten Abhandlungen sind zu berücksichtigen: *G. Valentin*, Artikel »Muskeln« im encyclopädischen Wörterbuch der medicinischen Wissenschaften, Bd. XXIV, S. 203—220. Berlin 1840; *R. Remak*, in Fror. N. Not. 1845. Nr. 768 u. Entw.; *Kölliker*, in *Ann. d. sc. nat.* 1846; *Dobie*, in *Ann. of nat. hist.* 2. *Ser. III.* 1849; *Lebert*, in *Ann. d. sc. nat.* 1850. *p.* 205; *Aubert*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. *IV.* p. 388; *Stannius*, in Gött. Nachr. 1852. Nr. 17. u. Zeitschr. f. wiss. Zool. IV. Fig. 252; *Donders*, in *Ned. Lancet* 3. *Ser.* 1. *Jaary. p.* 556; *Gairdner* u. *Barlow*, in *Monthly Journal*, 1853, *p.* 278 u. 872; *Ecker*, *Icon. phys. Taf. XII.*, *Funke*, Atlas der phys. Chem. Taf. X.; *Harting*, in *Het Mikrosk. Bd. IV. p.* 188, 268; *Robin*, in *Gaz. méd.* 1855, *p.* 387; *Savory*, in *Phil. Trans.* 1855. *p.* 243; *O. Deiters*, *De incremento musculorum. Diss. Bonnae* 1856. *O. Fick*, in *Müll.* Arch. 1856. *g.* 425; *A. Rollett*, in Sitzungsber. der Wien. Akad. 1856. Juni; *Kölliker*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. IX. p. 139. 141; *Welcker*, in Zeitschr. f. rat. Medicin Bd. VIII. (1857) p. 226; *H. Munk*, in Gött. Nachr. 1858. Febr. und *De fibra musculari Berol.* 1859. *Diss.*; *Hyrtl*, in Oester. Zeitschr. f. pract. Heilk. 1859. Nr. 8. *T. Margo*, Üb. d. End. d. Nerv. in d. querg. Muskelf. Pesth 1862; *W. Keferstein*, in *Müll.* Arch. 1859. p. 548; *W. Kühne*, in *Müll.* Arch. 1859, p. 314, 418, 564, Monatsber. d. Berl. Akad. 1859. Juli. p. 395 u. 493, *Compt. rend.* 1861. *Febr.*, Med. Centralbl. 1864. Nr. 24, in *Virch.* Arch. Bd. 27. St. 508, Bd. 28. St. 528, Bd. 29. St. 207 u. 433, Bd. 30. St. 187, Bd. 34. St. 412; dann Ueber die per. Endorgane der motorischen Nerven. Leipz. 1862; *K. Reiser*, die Einwirkung verschied. Reagentien auf den quergestreiften Muskelfaden, Zürich 1860. Diss.; *J. Budge*, in *Moleschott's* Untersuch. Bd. VI. p. 40, in *Virch.* Arch. XVII. p. 196 u. in *Henle's* Zeitschr. 1861. XI. p. 305; *Schaaffhausen*, in Ber. d. Versamml. d. d. Naturf. in Bonn. Bonn 1859. p. 193 (Nervenendigungen in Muskeln); *A. Weismann*, in Zeitschr. f. rat. Med. 1860. Bd. X. p. 263; *A. Fick*, in *Molesch.* Unters. Bd. VII. p. 251; *Beale*, in *Phil. Transact.* 1860. *II. p.* 611, London 1861, in *Arch. of med.* 1862. No. XI, XIV, XV, in *Phil. Trans.* 1862. *II. p.* 889. *Quart. Journ. of micr. Science* 1864; *Kölliker*, in Würzb. naturw. Zeitschr. Bd. III. S. 1. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XII. St. 149, *Proc. of the Roy. Soc.* Mai 1862; *F. E. Schulze* in *Müll.* Arch. 1862. St. 385; *J. L. Clarke* in *Quart. Journ. of. micr. Science.* 1862. St. 222, 1863. St. 1; *Ch. Rouget*, in *Compt. rend.* 1862. Juli u. Sept. u. *Journal de la phys.* 1863. p. 459 u. 574, *Compt. rend.* 1864. Nov.; *W. Krause*, in Z. f. rat. Med. Bd. 21. St. 77, Bd. 23. St. 157. in Gött. Nachr. 1863 Nr. 2 u. 3; Beitr. z. Neurol. d. ob. Extr. 1865. St. 17; *Bruch*, in Abh. d. Senkb. Ges. Bd. VI.; *C. O. Weber*, im Med. Centralblatt 1863. Nr. 34; *W. Engelmann*, Unt. ü. d. Zusammenhang zw. Nerv u. Muskelfaser. Leipzig 1863, in Jen. Zeitsch. 1864, St. 322; *F. A. Zenker*, Ueber die Veränd. d. Musk. im Typhus Leipz. 1864. *Fiedler* in *Virch.* Arch. Bd. 30. S. 461; *W. Waldeyer*, in Med. Centralbl. 1863. Nr. 24. 1865. Nr. 7, *Virch.* Arch. Bd. 34, St. 473; *B. Naunyn*, in *Müll.* Arch. 1862. St. 481; *L. Letzerich*, im Med. Centralzt. 1863. Nr. 37; *J. Cohnheim*, im Med. Centralbl. 1863. Nr. 55, *Virch.* Arch. Bd. 34. St. 194; *Greeff*, Arch. f. mikr. Anat. Bd. 1. St. 113. u. 437.

Vom Knochensysteme.

§. 82.

Das Knochensystem besteht aus einer grossen Anzahl harter Organe, den Knochen, *Ossa*, von eigenthümlichem, gleichförmigem Baue, welche theils unmittelbar, theils durch Hülfe anderer Gebilde, wie von Knorpeln, Bändern, Gelenkkapseln zu einem zusammenhängenden Ganzen, dem Knochengerüste oder Skelete, *Sceleton*, verbunden sind.

Das Knochengewebe tritt in den Knochen des Menschen hauptsächlich in zwei Formen auf, als festes und als schwammiges (*Substantia compacta et spongiosa*). Ersteres ist nur scheinbar ganz fest und lässt schon für das blosse Auge enge, in verschiedener Richtung es durchziehende Canälchen erkennen, zu denen die mikroskopische Untersuchung noch ein grosse Zahl feinerer beigesellt. Diese Gefässcanälchen oder *Havers*ischen Canälchen (Markcanälchen der Autoren) fehlen in der schwammigen Substanz, man kann sagen, fast ganz und werden durch weitere, rundliche oder längliche, ohne Vergrösserung sichtbare, mit Mark (bei einigen Knochen durch Venen oder Nerven Schnecke)) erfüllte Räume, die Markräume oder Markzellen (*Cancelli, Cellulae medullares*), vertreten, welche, alle miteinander zusammenhängend, das in geringer Menge vorhandene, in Gestalt von Fasern, Blättchen und Bälkchen netzförmig verbundene Knochengewebe durchziehen. Sind die Räume grösser, so heisst die Substanz *Substantia cellularis*, sind sie kleiner *Substantia reticularis*. Letztere nähert sich an einigen Orten, wo ihre Lücken sehr enge, die Knochenbälkchen stärker werden, fester Knochensubstanz, ohne jedoch wirklich solche zu werden, und geht an anderen ohne scharfe Grenze in festes Gewebe über, was daher rührt, dass, wie die Entwickelungsgeschichte lehrt, häufig spongiöse Substanz durch theilweise Auflösung compacter entsteht, andererseits auch compacte Substanz aus spongiöser sich hervorbildet. — Der Antheil, den die beiden genannten Substanzen an der Bildung der verschiedenen Knochen und Knochentheile nehmen, ist ein sehr verschiedener. Nur an wenigen Orten findet sich feste Substanz für sich selbst ohne Gefässcanäle, so an der *Lamina papyracea* des Siebbeins, einigen Theilen des Thränen- und Gaumenbeins u. s. w., häufiger noch solche mit Gefässcanälchen ohne schwammiges Gewebe, wie bei manchen Individuen an den dünnsten Stellen des Schulterblattes, des *Os ilium*, der Hüftpfanne, der platten Schädelknochen (*Ala magna, parva, Proc. orbitalis Ossis frontis* etc.). Schwammiges Gewebe mit einer dünnen festen Rinde ohne Gefässcanälchen zeigen die Gehörknöchelchen, die überknorpelten Flächen aller Knochen, vielleicht auch kleinere schwammige Knochen. An allen andern, mithin an den meisten Orten finden sich beide Substanzen vereint, jedoch so, dass bald die schwammige Substanz vorwiegt (schwammige Knochen und Knochentheile), wie in den Wirbeln, Hand- und Fusswurzelknochen, bald die feste, wie in den Diaphysen der langen Knochen, oder beide sich so ziemlich das Gleichgewicht halten, wie in den platten Knochen.

§. 83.

Feinerer Bau des Knochengewebes. Das Knochengewebe besteht aus einer dichten, meist undeutlich geschichteten und von Gefässcanälen durchzogenen Grundsubstanz und vielen mikroskopischen kleinen Räumen, den Knochenhöhlen (Knochenkörperchen der Autoren) mit sehr feinen hohlen Ausläufern, den

Knochencanälchen, in denen besondere Zellen mit Ausläufern, die Knochenzellen, enthalten sind.

Die Gefässcanälchen der Knochen oder die *Havers*ischen Canäle, *Canaliculi vasculosis. Haversiani* (Markcanälchen, *Can. medullares* der Autoren) sind feinere und gröbere Canäle von 9—400 μ, im Mittel 22—110 μ Breite, die mit Ausnahme der vorhin genannten Orte überall in der compacten Knochensubstanz sich finden und in derselben ein weitmaschiges, in der Form dem der Capillargefässe ähnliches Netz bilden. In den Röhrenknochen, auch in den Rippen, dem Schlüsselbeine, dem Scham- und Sitzbeine, dem Unterkiefer laufen sie vorzüglich der Längsaxe des Knochens parallel und zwar auf dem Flächen- wie auf dem senkrechten Längsschnitte in Abständen von 140—300 μ und setzen sich durch quere oder schiefe, sowohl in der Richtung der Radien als der der Tangenten des Knochenquerschnittes verlaufende Aestchen in Verbindung. Man sieht daher bei kleinen Vergrösserungen in einem Flächen-od. senkrechten Längsschnitte eines solchen Knochens vorzüglich der Länge nach ziehende, gleichlaufende, nahe beisammengelegene Canälchen hie und da mit Verbindungsästen, wodurch gestreckte, meist rechteckige Maschen entstehen, die in junger Knochensubstanz (Fig. 131) viel dichter stehen, als in fertigen Lagen (Fig. 137), und auf dem Querschnitte vorzüglich Querschnitte der Canälchen, in ziemlich bestimmten kleinen Abständen (Fig. 132), hie und da, besonders häufig in jüngeren Knochen, mit einem tangential verlaufenden Verbindungsaste und einigen Verbindungen in der Richtung der Radien. Fötale und unentwickelte Knochen (bei Menschen noch bei 16jährigen) zeigen auf Querschnitten fast keine quergetroffenen, sondern vorzüglich wagerecht in der Richtung der Tangenten und der Radien verlaufende Canälchen (Fig. 130), so dass die Knochen

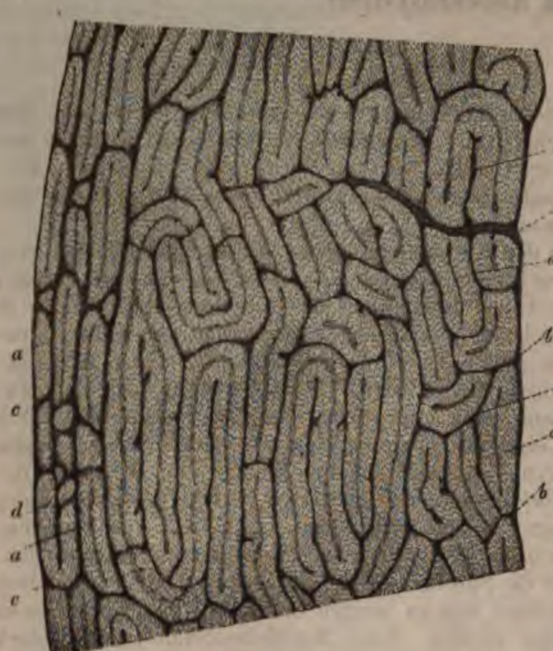


Fig. 130.



Fig. 131.

Fig. 130. Segment eines Querschliffes aus der Diaphyse des *Femur* eines 16jährigen Individuums, 25mal vergr. *a. Havers*ische Canäle, *b.* Ausmündung derselben nach innen, *c.* nach aussen, *d.* Knochensubstanz mit Knochenhöhlen; Querschnitte von Gefässcanälchen und Grundlamellen sind hier keine da.

Fig. 131. *Havers*ische Canälchen aus den oberflächlichen Schichten des *Femur* eines 16jährigen Individuums, mit Salzsäure behandelt, 60mal vergr. *a.* Canäle, *b.* Knochensubstanz mit Knochenhöhlen.

ganz aus kürzeren dicken Schichten zu bestehen scheinen, von denen jede bei näherer Betrachtung als immer zwei Canälchen angehörend sich ergibt, welche Trennung auch durch eine blasse Mittellinie in jeder Schicht angedeutet ist.

In den platten Knochen verlaufen die Canälchen die wenigsten in der Richtung der Dicke des Knochens, sondern fast alle seiner Oberfläche gleich und zwar meist in Linien, welche man als von einem Puncte (*Tuber parietale, frontale*, obere vordere Ecke der *Scapula*, Gelenktheil des Darmbeins) pinsel- oder sternförmig nach einer oder mehreren Seiten ausstrahlend sich denken kann, seltener, wie im Brustbein, alle einander gleich. — In den kurzen Knochen endlich ist es meist auch eine Richtung, welche vor der andern vorwiegt, so in den Wirbelkörpern die senkrechte, in der Hand- und Fusswurzel die Längsaxe der Extremität u. s. w., doch ist zu bemerken, dass stärkere Fortsätze dieser Knochen, z. B. die Wirbelfortsätze, oft abweichend und gerade wie die anderer Knochen, z. B. der *Proc. coracoideus, styloideus* etc., d. h. jeder wie ein kurzer Röhrenknochen sich verhalten. Die Blättchen, Fasern und Balken der spongiösen Substanz enthalten nur, wenn sie dicker sind hie und da Gefässcanäle.

Da die *Havers*ischen Canälchen Gefässcanälchen sind, öffnen sie sich an gewissen Orten und zwar 1) an der äussern Oberfläche der Knochen und 2) an den Wänden der Markhöhlen und Markräume im Innern, allwo man überall feine und gröbere, zum Theil mit blossem Auge sichtbare Oeffnungen und zwar um so zahlreicher, je dicker die Rinde eines Knochens ist, wahrnimmt. Das Verhältniss der Gefässcanälchen in der *Substantia compacta* zu diesen von aussen und innen eindringenden Canälchen ist jedoch nur theilweise das, wie zwischen den Zweigen und Stämmen von Gefässen, nämlich nur in den äussersten und innersten Schichten der Rinde. Im Innern der Rinde stehen die Canälchen selbständig für sich da und lassen sich in morphologischer Beziehung am passendsten mit einem Capillarnetze vergleichen, das an seinen Grenzen an vielen Stellen mit grösseren Canälen in Zusammenhang steht. — Wo Rindensubstanz an schwammige Substanz anstösst, wie innen an den Enden der Diaphysen und im seitlichen Umfange der Apophysen, gehen die Gefässcanälchen bald plötzlich, bald ganz allmählich, trichterförmig weiter werdend und häufiger sich verbindend, in engere oder weitere Markräume über, so dass oft zwischen beiden keine scharfe Grenze sichtbar wird. Blinde Endigungen der Gefässcanälchen habe ich noch nirgends gesehen, doch ist sicher, dass dieselben an manchen Stellen auch an der Oberfläche auf grosse Strecken geschlossene Netze bilden müssen, nämlich da, wo keine oder sehr wenige Gefässe in die compacte Substanz eindringen, wie an den Ansatzstellen vieler Sehnen und Bänder, unter manchen Muskeln (*Temporalis*ursprung am Scheitelbein).

Unter dem Namen »*Haversian Spaces*«, Haversische Räume, beschreiben *Tomes* und *de Morgan* die unregelmässigen Räume, welche in jüngeren Knochen durch Auflösung schön gebildeter Knochensubstanz entstehen und statt von einfachen Blättern von einer gewissen Zahl mehr weniger zerstörter Lamellensysteme begrenzt sind und in Knochen jeden Alters sich finden (l. c. p. III. Tab. VI. Fig. 2—4). Wenn solche Räume später wieder mit Knochenmasse sich füllen und in ein neues Lamellensystem sich umwandeln, so ist dann die äussere Begrenzung desselben unregelmässig, wie es meine Fig. 133 darstellt und wie man diess in der That bei vielen derselben findet.

§. 81.

Die Grundsubstanz der Knochen ist geschichtet und kommen die Knochenlamellen (*Laminae ossium* Fig. 132) schon an Schliffen, noch deutlicher an der Kalkerde beraubten, an verwitterten und verbrannten (calcinirten) Knochen zum Vorschein, so dass dieselben sich abblättern und am Knochenknorpel auch mit der Pincette

sich darstellen lassen. Dieselben bilden an den Mittelstücken von Röhrenknochen zwei Systeme, ein allgemeines, welches der äusseren und inneren Oberfläche der Knochen gleich verläuft, und viele besondere, die die einzelnen *Havers*ischen Canälchen umziehen, welche Systeme zwar an einigen Orten in unmittelbarem Zusammenhange stehen, aber doch an den meisten Stellen nur nebeneinander liegen und daher

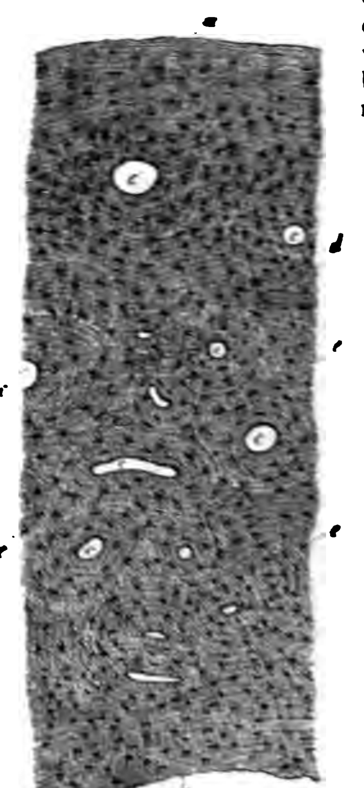


Fig. 132.

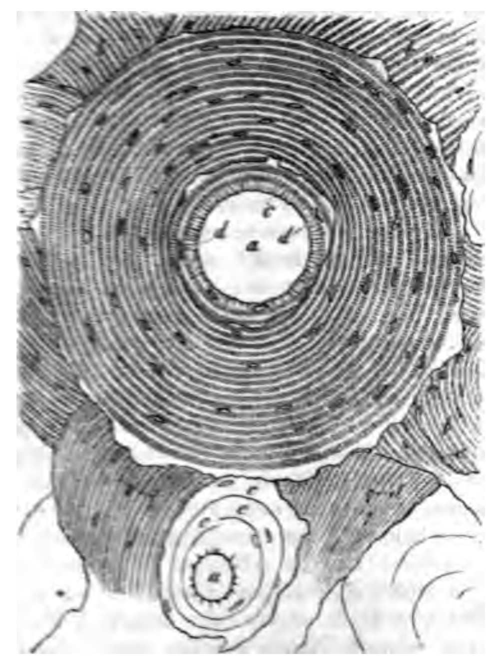


Fig. 133.

füglich als zweierlei betrachtet werden können, welche Auffassungsweise auch durch die Entwickelungsgeschichte theilweise unterstützt wird.

Die Lamellen der *Havers*ischen Canälchen (Fig. 132 *c*, 133 *b*) gehen zu mehreren oder vielen ringförmig, jedoch nicht immer ganz um dieselben herum, bilden gleichsam deren Wandungen und hängen durchweg mit einander zusammen, in ähnlicher Weise, wie etwa die Schichten der Wände stärkerer Gefässe ineinander sich fortsetzen. Die Zahl der zu einem Canälchen gehörenden Lamellen und die Gesammtdicke ihrer Lamellensysteme wechseln nicht unbedeutend. Im

Fig. 132. Segment eines Querschliffes von einem menschlichen *Metacarpus* mit concentrirtem Terpentinöl behandelt, 90mal vergr. *a*. Aeussere Oberfläche des Knochens mit den äussern Grundlamellen. *b*. Innere Oberfläche gegen die Markhöhle mit den inneren Lamellen. *c*. *Havers*ische Canälchen im Querschnitt mit ihren Lamellensystemen. *d*. Interstitielle Lamellen. *e*. Knochenhöhlen und ihre Ausläufer.

Fig. 133. Ein Stückchen eines Querschliffes der Diaphyse des *Humerus*, 350mal vergr.; mit Terpentinöl. *a*. *Havers*ische Canäle. *b*. Lamellensysteme derselben, jede Lamelle mit einem helleren und dunkleren Theile und radiären Streifen in letzterem. *c*. Dunklere Linien, die wahrscheinlich grössere Unterbrechungen in der Ablagerung der Knochensubstanz bezeichnen. *d*. Knochenhöhlen ohne sichtbare Strahlen. Nach einem Präparate von *H. Müller*.

Allgemeinen lässt sich sagen, dass die weitesten Canäle dünne Wände, die von mittlerer Stärke dicke und die dünnsten wieder wenig mächtige Hüllen besitzen. Die dünnsten Wandungen, die ich überhaupt sah, betrugen 18 — 45μ, die dicksten 180 — 225μ. Die Dicke der Lamellen schwankt zwischen 4,5 — 11μ und beträgt im Mittel 6,7 — 9μ; ihre Zahl ist in der Regel 8 — 15, geht aber einerseits bis zu 4 und 5, anderseits bis zu 18 — 22.

Die Lamellen der *Havers*ischen Canälchen kommen mit ihren Canälchen bis an die innere und äussere Oberfläche der Diaphysen und stehen hier mit den schon erwähnten allgemeinen Lamellen, den Grundlamellen, *Laminae fundamentales* (Fig. 132), in Verbindung, die, wo sie gut entwickelt sind, was nicht in allen Knochen der Fall ist, eine äussere und eine innere Schicht bilden und sich auch ausserdem mehr weniger zwischen die einzelnen *Havers*ischen Lamellensysteme hineinziehen. Die erstern beiden Lagen, oder die äussern und innern Grundlamellen, laufen der äussern und innern Oberfläche des Knochens gleich, und wechseln, ohne dass sich eine bestimmte Regel erkennen lässt, in der Dicke von 45—670μ, selbst 900μ. Die letzteren oder die interstitiellen Grundlamellen sieht man am deutlichsten, wo die oberflächlichen Grundlamellen entwickelt sind, mit diesen in theilweiser Verbindung und ihnen gleichlaufend von aussen und innen eine Strecke weit in die Dicke der Diaphyse eindringen und mit Massen von 45 — 250μ zwischen die andern Lamellen sich einschieben (Fig. 132*d*). Im Innern der *Subst. compacta* dagegen stehen beim Menschen die Systeme der *Havers*ischen Canäle gewöhnlich so dicht, dass von besondern Lamellengruppen zwischen ihnen keine Rede ist, und ergiebt sich, was als scheinbar der Oberfläche gleichlaufende Lamellen auf Querschnitten hier sich zeigt, fast immer als wagerecht verlaufenden Canälchen angehörig: nur selten erscheinen auch hier deutlichere Zwischenmassen, wie diess bei Säugethieren Regel ist, welche jedoch mit *Tomes* und *de Morgan* am besten als Reste geschwundener *Havers*ischen Systeme betrachtet werden. Die Dicke der einzelnen Lamellen der eben beschriebenen Systeme ist wie bei denen der *Havers*ischen Canäle und wechselt deren Zahl von 10—100.

Bisher war nur von den Diaphysen der langen Knochen die Rede. In den Apophysen der langen Knochen zeigt die dünne Rinde natürlich nur wenig Systeme *Havers*ischer Canälchen, diese jedoch beschaffen wie anderwärts. Die äussern Grundlamellen sind spärlich, innen fehlen dieselben ganz wegen der hier befindlichen spongiösen Substanz. In dieser zeigen die sehr spärlichen *Havers*ischen Canälchen ihre Lamellensysteme wie gewöhnlich nur dünn und der Rest besteht aus einem, je nach der Beschaffenheit des knöchernen Netzwerkes, lamellösen und faserigen Gewebe, welches im Allgemeinen wie die Contouren der Markräume und Markzellen verläuft. Ebenso verhalten sich auch die platten und kurzen Knochen im Innern, während die Rinde derselben nur darin von derjenigen der langen Knochen abweicht, dass die Grundlamellen in platten Knochen Blätter bilden, welche den beiden Flächen dieser Knochen gleich verlaufen. Die Dicke der Grundlamellen beträgt an Schädelknochen (Scheitelbein) bald innen und aussen gleichviel, nämlich 180—360μ, bald fehlen dieselben an gefässreichen Orten stellenweise ganz und gehen die *Havers*ischen Lamellen fast bis zur Oberfläche.

Anlangend den feineren Bau der Knochenlamellen, so zeigt ein trockner, geglätteter, gehörig feiner Knochenschliff, am besten ein Querschliff, abgesehen von den Knochenhöhlen und Knochencanälchen, in den meist nicht besonders deutlichen Lamellen in der Regel eine äusserst feine, jedoch sehr deutliche Punctirung, die nicht von querdurchschnittenen Canälchen herrührt, wie *Henle* und *Gerlach* muthmassten, so dass das ganze Knochengewebe granulirt und wie aus einzelnen sehr dicht stehenden, 0,4μ grossen und blassen Körnchen zusammengesetzt erscheint (Fig. 134). —Setzt man zu einem Knochenschliffe Wasser oder eine leichte Zucker- oder Eiweisslösung, so wird derselbe in einen Zustand versetzt, den er wahrschein-

lich auch im Leben darbietet. Die Lamellen treten (auf Quer- und senkrechten Schnitten) meist klar hervor und ihr körniges Ansehen ist ganz deutlich, jedoch nicht so rein ausgesprochen wie früher. Einmal nämlich zeigt sich neben den Körnchen noch eine dichte blasse Streifung, welche, von den mit Flüssigkeit erfüllten Ausläufern der Knochenhöhlen herrührend, in verschiedenen Richtungen durch das Gewebe zieht und dessen Zeichnung verwickelter macht, und dann ercheinen in jeder Lamelle wie zwei Schichten, eine blasse, mehr gleichartige und eine dunklere, körnige, welche letztere auch vorzugsweise streifig ist. Ist dieses Verhältniss klar ausgesprochen, so entstehen äusserst zierliche Bilder, welche an die Durchschnitte gewisser Harnsteine erinnern (Fig. 133). Kennt man dieses Verhältniss einmal von befeuchteten Schliffen her, so gelingt es dann auch hie und da Andeutungen davon in trocknen Präparaten zu finden. Behandelt man einen Knochen mit Salzsäure, so zeigt derselbe auf Quer- und senkrechten Schnitten minder deutliche Körnchen und Streifen (von den Knochencanälchen herrührend), wohl aber den lamellösen Bau recht deutlich, und meist auch an jeder Lamelle zwei Schichten, jedoch lange nicht so ausgeprägt wie in Fig. 133. Auf Flächenschnitten erscheint der Knochen an vielen Stellen fast ganz gleichartig ohne Spur von Körnchen, an andern treten ein undeutliches körniges Wesen, kleine Pünctchen (*Deutsch*) und daneben noch eine Längsstreifung auf, welche letztere dem Ganzen ein faseriges Ansehen gibt. In der That schreibt auch *Sharpey* den Knochen eine Zusammensetzung aus sich kreuzenden Fäserchen zu und habe ich bei ihm Präparate gesehen, die dieselben sehr deutlich zeigen. Ausserdem erscheint und zwar besonders am Knochenknorpel der *Subst. compacta*, ein grobfaseriges Ansehen, das vielleicht von den Faserbündeln des früheren Blastemes herrührt: doch hüte man sich Längsschnitte von Lamellen für solche Fasern zu halten. Verbrennt man Knochen und zerdrückt man die Bruchstücke davon, so kommen nach *Tomes* kleine eckige Körnchen zum Vorschein, von $^1/_3$—$^1/_8$ des Durchm. menschlicher Blutkörperchen nach *Tomes*, $^1/_{6000}$—$^1/_{14000}$'' nach *Todd-Bowman*, welche auch beim Kochen derselben im Papinschen Topfe deutlich werden. Hieraus und aus dem granulirten Ansehen frischer Knochen, auf das auch *Tomes* und *Todd-Bowman* aufmerksam machen, ferner aus der ungefähr gleichen Grösse der hier zu sehenden Körnchen mit den von *Tomes* dargestellten, endlich aus dem Umstande dass mit Salzsäure behandelte und calcinirte Knochen beide ein vollkommen gleichartiges Gewebe ohne Lücken darstellen, lässt sich annehmen, dass das Knochengewebe aus einem innigen Gemenge anorganischer und organischer Verbindungen in Gestalt fest verbundener feiner Körnchen besteht.

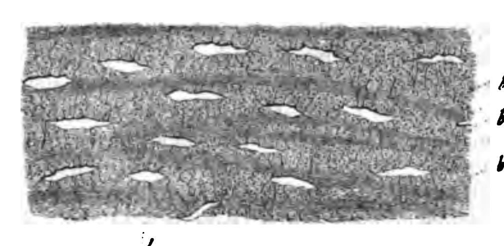


Fig. 134.

Nach *Tomes* und *de Morgan* sind manchmal mehrere *Havers*ische Lamellensysteme von gemeinschaftlichen Lamellen rings umgeben und bilden ein zusammengesetztes System (l. c. Tab. VI. Fig. 5). Im Jahre 1856 beschrieb *Sharpey* (*Quain's Anatomy* 6. *Ed. p. CXX.* aus den Knochen des Menschen und der Säuger unter dem Namen der »*perforating fibres*« eigenthümliche, die Knochenlamellen senkrecht durchsetzende Fasergebilde, welche an mit Salzsäure behandelten Knochen durch Zerzupfen der Lamellen auf längere Strecken darzustellen sind und dann als Fasern oder besser Faserbündel von verschiedener Länge meist

Fig. 134. Ein Stückchen eines senkrechten Schliffchens von einem Scheitelbein, 350mal vergr. *a*. Lacunen mit blassen, nur zum Theil sichtbaren Ausläufern wie im natürlichen Zustande mit Flüssigkeit gefüllt, *b*. granulirte Grundsubstanz. Die streifigen Stellen bedeuten die Grenze der Lamellen.

mit zugespitzten Enden erscheinen. Diese Bildungen, die ich die *Sharpey*'schen Fasern nenne, sind leicht zu bestätigen und hat vor Kurzem *H. Müller* ihre Eigenthümlichkeiten beim Menschen und bei Säugern weiter verfolgt (l. c.), während von mir ihre grosse Verbreitung bei den Fischen und ihr Vorkommen auch bei Amphibien nachgewiesen wurde. Für weitere Einzelnheiten verweise ich auf unsere beiden Abhandlungen, sowie auf eine Notiz von *Lieberkühn* (Berl. Monatsber. 1861. p. 517) und bemerke hier nur noch, das meinen Erfahrungen zufolge die *Sharpey*'schen Fasern Bindegewebsbündel sind, die mehr weniger vollständig verkalkt sind und mit weichen Bindegewebsbündeln im Perioste zusammenhängen. An Schliffen sieht man an der Stelle derselben manchmal feine unregelmässige Röhrchen und Büschel von solchen, die von *Williamson* unter dem Namen »*lepidine tubes*« als ganz besondere Bildungen beschrieben wurden, jedoch nichts als Lücken sind, die dem Eintrocknen unverkalkter oder nicht vollkommen verkalkter *Sharpey*'scher Fasern ihren Ursprung verdanken. Beim Menschen finden sich die *Sharpey*'schen Fasern nach *H. Müller* fast nur in Periostablagerungen und auch hier in sehr wechselnder Menge, so dass ihre Bedeutung offenbar keine grössere ist. — Die Länge der Fasern beträgt hier bis zu 3 Mm. und die Dicke meist 2—5 μ, aber auch bis zu 15 μ (*H. Müller*). In gewissen Fällen fanden *H. Müller* und auch *Maier* die Fasern von der chemischen Beschaffenheit derer des elastischen Gewebes.

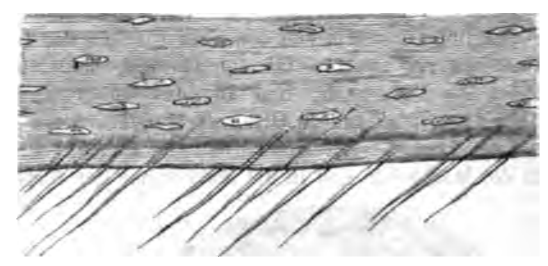


Fig. 135.

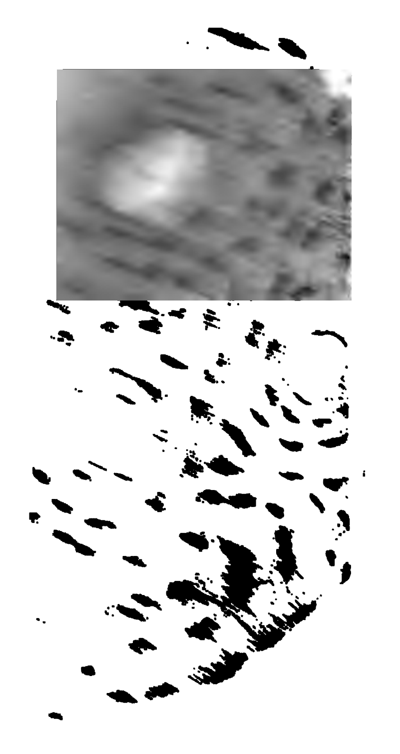
§. 85.

Knochenhöhlen und Knochencanälchen, *Lacunae et Canaliculi ossium*. Durch die ganze Knochensubstanz zerstreut, in allen Lamellen sieht man an trocknen Knochenschliffen mikroskopische, kürbiskernartige Körperchen mit vielen feinen verästelten und zum Theil zusammenhängenden Strahlen, welche ihre dunkle, bei auffallendem Lichte weisse Farbe nicht Ablagerungen von Kalksalzen verdanken, wie man früher glaubte, wo man dieselben **Knochen- oder Kalkkörperchen** nannte, sondern einfach einer Füllung mit Luft. In frischen Knochen findet man in jeder Knochenhöhle eine sie ganz erfüllende **Zelle** (*Protoblasten*) mit hellem Inhalte und einem Kerne, welche mit vielen feinen **Ausläufern** in die Knochencanälchen sich erstreckt und mit ähnlichen Ausläufern benachbarter Zellen sich verbindet. Ich nenne diese Zellen ihrem Entdecker zu Ehren die *Virchow*'schen **Knochenzellen** und werde weiter unten noch ihre grosse physiologische Bedeutung erörtern.

Obschon die *Virchow*'schen Zellen eigentlich das Bedeutungsvollere sind, so wird doch in der folgenden Beschreibung mehr von den sie genau umschliessenden **Knochenhöhlen** die Rede sein, weil diese an den Knochen, die man gewöhnlich untersucht, fast allein in die Augen springen. Dieselben sind länglich runde, abgeplattete Räume von 22—52 μ Länge, 6—14 μ Breite und 4—9 μ Dicke, die sowohl von den Rändern als und namentlich von Flächen eine grosse Zahl von sehr feinen, 1,1—1,8 μ messenden Canälchen, die erwähnten Kochencanälchen, abgeben (Fig. 136, 137 und 138). Die Knochenhöhlen sind in den beiderlei beschriebenen Lamellensystemen gleich zahlreich und so dicht aneinander gelagert, dass nach *Harting* (l. c. p. 78) auf 1 □ mm 709—1120, im Mittel 910 derselben kommen. Sie liegen

Fig. 135. Einige Knochenlamellen vom Oberschenkel des Hasen mit *Sharpey*'schen Fasern, die aus den folgenden Lamellen herausgezogen sind. Man erkennt deren Fortsetzungen in den Lamellen. Der Inhalt der Knochenhöhlen ist nicht dargestellt. Salzsäurepräparat. 350mal vergr.

lich auch ... und stehen ohne Ausnahme
ten meist ... gleich. Die von ihnen aus-
rein aus... oft zierlich gebogenem Ver-
eine ... allen Richtungen, gehen jedoch
der K... höhlen aus gerade durch die
und d... gleichlaufend von den beiden
... sten Stellen enden dieselben
... Theil von ihnen auf's mannichfachste
... anderer Theil in die Gefässcanälchen,
... *spongiosa* einmündet oder an der



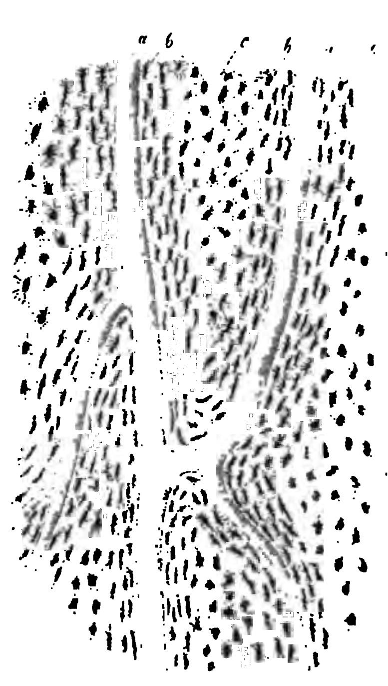


Fig. 137.

... geht. So entsteht ein die ganze Knochen-
... zusammenhängendes System von Lücken
... vermittelst der in denselben befindlichen *Virchow*
... hengefässen ausgeschiedene Nahrungssaft auch ins
wird.

... Canälchen verhalten sich nicht in allen Theilen der
... In den Lamellensystemen der *Havers*ischen

... schliffe der Diaphyse des *Humerus*, 350mal vergr. *a* H...
... en mit ihren Canälen in den Lamellen derselben. *c* Kno...
... mellen. *d* Solche mit einseitig abgehenden Strahlen ...
... eine
... der Diaphyse eines menschlichen *Femur*, 100mal vergr.
... höhlen von der Seite, zu den Lamellen derselben gehörend
... der Fläche nach angeschliffenen Lamellen

Canälchen sind auf dem Querschnitte die länglichen Höhlen ihrer Krümmung wegen wie ringförmig angeordnet und ihre ausnehmend zahlreichen Ausläufer bedingen eine sehr dichte, strahlige, von dem Gefässcanale ausgehende Streifung (Fig. 136). Die Höhlen sind bald äusserst zahlreich, bald spärlicher; im ersteren Falle sind sie meist ziemlich regelmässig abwechselnd oder in der Richtung der Durchmesser der Lamellensysteme hintereinander gelagert, manchmal aber auch sehr regellos gestellt, haufenweise beisammen (siehe den unteren Theil von Fig. 136) oder durch grössere Zwischenräume getrennt. Auf Flächen- und Längsschnitten (Fig. 137) sieht man einmal, wenn der Schnitt mitten durch ein *Havers*isches Canälchen geht, die Höhlen als schmale, lange Gebilde reihenweise hintereinander und in mehrfachen Lagen den Canälchen gleich mit ebenfalls zahlreichen Aesten, die vorzüglich gerade nach innen und aussen (also quer durch die Lamellen), einem kleineren Theile nach der Längsaxe der Canäle gleich abgehen. Trifft der Schnitt die Oberfläche eines Lamellensystemes, so bieten sich die Höhlen von der Fläche dar und erscheinen dann von sehr zierlicher Gestalt, rundlich oder länglich-rund (Fig. 137*c* und 138) unregelmässig begrenzt mit einem ganzen Büschel von Poren, die gerade dem Beobachter sich zuwenden und daher mehr oder weniger verkürzt erscheinen, und einer geringeren Anzahl anderer, die in der Fläche der Lamellen sich ausbreiten. Hie und da sieht man auch in den dünnsten Stellen eines Schliffes ein Büschel quer durchschnittener Aeste, ohne die dazu gehörige Höhle, was dann denselben ein siebförmiges Ansehen gibt (Fig. 138 *a*). Die innersten Höhlen eines *Havers*ischen Systems senden die von ihrer innern Fläche ausgehenden Canälchen Alle nach dem *Havers*ischen Canale hin und münden durch sie in denselben aus, wie man auf feinen senkrechten und queren Schliffen mit Luft gefüllter Knochen und an den Wänden der Länge nach angeschliffener Markcanäle deutlich sieht. Von den Rändern und von der äussern Fläche derselben gehen andere Canälchen ab, welche vielleicht hie und da blind enden, vorzüglich aber mit denen der benachbarten, namentlich äusseren Höhlen zusammenmünden. So zieht sich, indem auch die folgenden Höhlen alle miteinander sich verbinden, das Netz von Canälchen und Lacunen bis zur äussersten Lamelle des Systemes, woselbst die Höhlen entweder mit denen benachbarter Systeme oder interstitieller Lamellen sich verbinden oder für sich enden, in welch letzterem Falle (Fig. 136 *d*) ihre Ausläufer Alle oder wenigstens die meisten und die längsten nach innen, d. h. nach dem Gefässcanälchen zu, von dem die Ernährungsflüssigkeit herkommt, abgehen.

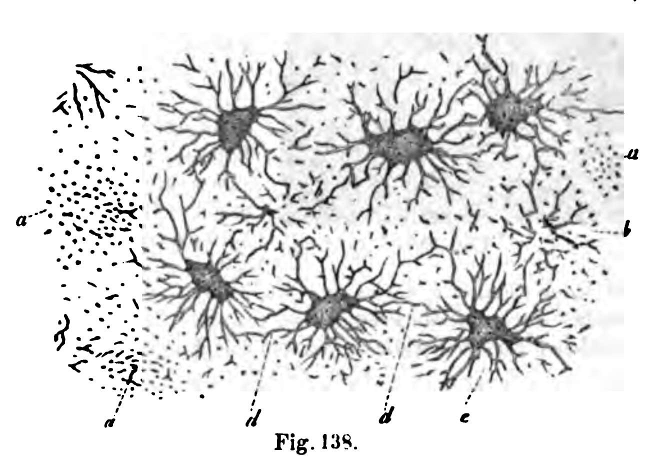


Fig. 138.

In der interstitiellen Knochensubstanz zwischen den *Havers*ischen Systemen stehen, wenn dieselbe in geringer Menge da ist, die spärlichen, oft nur zu 1—3 vorhandenen Knochenhöhlen mehr unregelmässig und haben auch eine mehr

Fig. 138. Knochenhöhlen von der Fläche mit den Knochencanälchen, aus dem Scheitelbeine, 450mal vergr. Die Pünctchen auf den Höhlen oder zwischen denselben gehören durchschnittenen Canälchen an, oder sind die Mündungen solcher in die Höhlen. *aaa*. Gruppen von Querschnitten von Canälchen, je zu einer Höhle gehörend, die durch den Schliff zerstört wurde.

rundliche Gestalt (Fig. 136 *c*); ist dieselbe deutlich blätterig und massenhafter, so liegen die Höhlen auch geordneter mit ihren Flächen denen der Lamellen gleich. Auch die Aeste dieser Höhlen verbinden sich unter einander und mit denen benachbarter Systeme. In den äusseren und inneren Grundlamellen endlich stehen die Höhlen alle mit ihren Flächen den Flächen der Lamellen gleich und demnach meist nach innen und aussen gewendet. Auf Querschnitten erscheinen sie gerade wie die der *Havers*-ischen Systeme, nur, mit Ausnahme der kleinsten Röhrenknochen, wenig oder fast gar nicht gekrümmt. Senkrechte und Flächenschnitte verhalten sich, wie schon oben beschrieben, mit der Beschränkung jedoch, dass man hier natürlich eine grössere Zahl von Höhlen von der Fläche beisammen sieht und auch das schon erwähnte siebförmige Ansehen, das den Knochen viele Aehnlichkeit mit gewissen Zahnschliffen gibt (Fig. 138), häufiger beobachtet. Die Canälchen dieser Lamellen münden zum Theil wie gewöhnlich mit einander zusammen, zum Theil gehen sie an der äusseren und inneren Oberfläche der Knochen frei aus (Fig. 139). Wo Sehnen und Bänder an Knochen sich ansetzen, stehen vielleicht die Canälchen der äussersten Knochenhöhlen mit den angrenzenden Bindegewebszellen in Verbindung oder enden blind, welches letztere Verhalten auf jeden Fall an den überknorpelten Knochenstellen (Gelenkenden, Rippen, Wirbelkörperoberflächen etc.) sich findet. In den Balken, Fasern und Blättern der spongiösen Substanz haben die Knochenhöhlen alle möglichen Richtungen, stehen jedoch mit ihrer Längsaxe derjenigen der Fasern, Balken etc. meist gleich und mit ihren Flächen nach den Markräumen zu gerichtet. Sie verbinden sich auch hier durch ihre Canälchen und gehen die äussersten mit denselben frei in die Markräume ein.

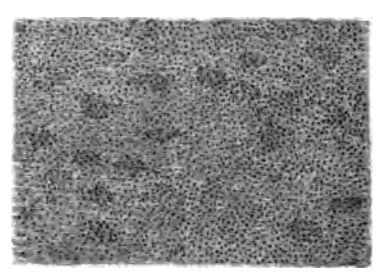


Fig. 139.

Mit Bezug auf den Inhalt der Knochenhöhlen so fanden *Donders* und ich, dass derselbe eine helle, wahrscheinlich zähe Flüssigkeit (*Cytoplasma*) mit einem Zellenkerne ist. Kocht man nämlich Knochenknorpel in Wasser oder in *Natron causticum* 1—3 Minuten, so treten diese Kerne oft sehr deutlich hervor, oder erscheinen dunkle Körperchen, die als zusammengezogener Zelleninhalt sammt dem Kern, analog den Knorpelkörperchen, anzusehen sind. Hierauf gelang dann *Virchow* (s. Würzb. Verh. I. Nr. 13) die Entdeckung, dass durch Erweichen von Knochen in Salzsäure den Knochenhöhlen und Canälchen in der Gestalt ganz gleiche sternförmige Gebilde einzeln sich darstellen lassen, welche von ihm für die eigentlichen Zellen des Knochengewebes erklärt und den Bindegewebskörperchen an die Seite gesetzt wurden. In neuerer Zeit wurden nun die isolirbaren sternförmigen Gebilde der Knochen einer genaueen Prüfung unterzogen und stellte sich schliesslich vor Allem durch die Untersuchungen von *E. Neumann* heraus, dass die zuerst von *Fürstenberg* aufgestellte Ansicht, wornach die von *Virchow* isolirten Gebilde nichts anderes sind als die die Knochenhöhlen zunächst begrenzende Schicht der knöchernen Grund-

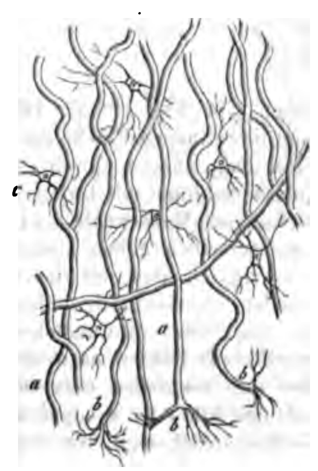


Fig. 140.

Fig. 139. Ein Stückchen der Oberfläche des Schienbeines des Kalbes von Aussen gesehen, 350mal vergr. Die vielen Pünctchen sind die Oeffnungen der Knochencanälchen, die dunklen grösseren undeutlichen Flecken die aus der Tiefe durchscheinenden zu ihnen gehörenden Knochenhöhlen.

Fig. 140. Durch Salzsäure isolirte Knochenzellen (Knochenkapseln) und Zahnfasern ähnliche Bildungen aus den Schuppen von *Lepidosteus*, 350mal vergr.

substanz in der That die richtige ist. Der beste Beweis für diese Auffassung ist der, dass auch nach dem Kochen der Knochen in *Kali causticum*, die sternförmigen zellenähnlichen Gebilde durch Salzsäure und Salpetersäure noch sich darstellen lassen, denn einer solchen Behandlung widersteht nach dem bis jetzt Bekannten keine Zellmembran eines höheren Thieres und von allen Geweben nur das elastische Gewebe. Wollen wir also nicht annehmen, dass die in den Knochenhöhlen befindlichen *Protoblasten* Hüllen von der Beschaffenheit des elastischen Gewebes haben und hierzu liegt kein Grund vor, so bleibt nichts anderes übrig, als der Ansicht von *Fürstenberg* und *Neumann* sich anzuschliessen.

In Betreff des Inhaltes der sternförmigen isolirbaren Bildungen, denen der Name »*Virchow*'sche Knochenzellen« bleiben oder auch der der »Knochenkapseln« gegeben werden kann, sind die Ansichten noch getheilt. Ich betrachte alles in einer Knochenhöhle und ihren Ausläufern oder in den Knochenkapseln Eingeschlossene als einen *Protoblasten*, halte es jedoch, da es kein Mittel gibt, diese *Protoblasten* für sich, ohne ihre Kapseln darzustellen, für unmöglich, etwas Näheres über ihre Beschaffenheit auszusagen. Dieselben mögen bald aus festerem, bald aus weicherem *Cytoplasma* bestehen, ja vielleicht in einzelnen Fällen theilweise selbst in eine Flüssigkeit sich umgewandelt haben. Die Kapseln selbst sind entweder den Knorpelkapseln gleichzusetzen oder als ein besonderer dichterer Theil der Grundsubstanz anzusehen. In beiden Fällen käme ihre Bildung auf Rechnung der Knochenprotoblasten, da auch die Grundsubstanz als Intercellularsubstanz zu denselben gehört, doch würden sie bei der ersteren Auffassung in eine nähere Beziehung zu den Protoblasten zu setzen und eigentlichen Zellmembranen gleich zu achten sein. Ich gebe vorläufig der ersteren Möglichkeit den Vorzug, besonders weil in rachitischen Knochen im Innern von Knorpelkapseln sternförmige Knochenkapseln sich erzeugen. Auch die mit einer dicken kapselartigen Hülle einzeln darstellbaren Knochenkapseln des Pferdecementes scheinen in diesem Sinne zu sprechen.

Tomes und *de Morgan* beschreiben in den oberflächlichen Lamellen der Knochen besondere Canälchen. Lange Röhrchen ziehen in Bündeln oder einzeln mehr weniger schief von der Oberfläche gegen das Innere des Knochens und sind, wenn länger, manchmal ein oder zweimal unter einem spitzen Winkel gebogen. Mir scheinen diese nicht gerade häufig vorkommenden Canälchen, die ich von Präparaten dieser Autoren kenne, und die nach ihnen besondere Wandungen haben und mit den Knochencanälchen zusammenhängen, mit den weiter unten abgebildeten Röhrchen im Cement in eine Linie gestellt werden zu müssen und nach *H. Müller* wären dieselben nicht verkalkte *perforating fibres*. — Dieselben Verfasser schildern unter dem Namen »ossificirte Knochenzellen« Knochenhöhlen, welche von ossificirten Kapseln umgeben sind, ähnlich denen aus dem Cemente des Pferdezahnes; dieselben sollen besonders in den Knochen alter Leute vorkommen und nach dem Erweichen derselben in den Markräumen in Menge als ein weisses Pulver gefunden werden, aber auch bei jüngern Leuten nicht ganz fehlen (l. c. Tab. VII. Fig. 5). — An mit Salzsäure ausgezogenen Röhrenknochen junger Thiere sieht *Harting* an feinen Querschnitten besondere Faserzellen (Knochenzellen, ich,) mit 2—4 Ausläufern, welche die äussersten Lamellen benachbarter *Havers*ischer Systeme verbinden und an Schliffen lange luftführende Höhlen bilden (*Het Mikr. IV. p.* 289. *Tab. III. Fig.* 44).

§. 86.

Beinhaut, *Periosteum*. Unter den Weichtheilen der Knochen ist die Beinhaut einer der wichtigsten. Dieselbe ist eine durchscheinende oder mehr undurchsichtige, leicht glänzende oder weissgelbliche, gefässreiche, dehnbare Haut, welche einen guten Theil der Oberfläche der Knochen überzieht und durch die vielen Gefässe, welche sie in das Innere derselben entsendet, für ihre Ernährung von der grössten Wichtigkeit ist. So lange die Knochen wachsen, ist sie es, die durch fortgesetzte Wucherung und Verknöcherung ihrer innersten Lage das Dickenwachsthum der Knochen besorgt und beim Erwachsenen ist sie wenigstens in krankhaften Fällen als knochenerzeugende Schicht thätig.

Die Beinhaut ist nicht überall gleich beschaffen: undurchsichtig, dick und meist sehnig glänzend ist sie da, wo sie nur von der Haut bedeckt ist oder fibröse Theile, wie Bänder, Sehnen, Fascien, die *Dura mater cerebri*, mit ihr zusammenhängen; dünn und durchscheinend dagegen, wo Muskelfasern ohne Vermittlung von Sehnen unmit-

telbar von ihr herkommen, ferner an den Diaphysen, wo die Muskeln auf den Knochen nur aufliegen, an der Aussenseite des Schädels (*Pericranium*), im Wirbelcanale, in der Augenhöhle (*Periorbita.*) Wo Schleimhäute auf Knochen aufliegen, ist die Knochenhaut meist sehr fest mit der bindegewebigen Grundlage derselben vereint, so dass beide nicht von einander zu trennen sind und eine einzige dickere (am Gaumen, in der Nasenhöhle, an den Alveolen) oder dünnere (*Sinus maxillaris*, Paukenhöhle, *Cellulae ethmoidales*) Haut entsteht.

Die Vereinigung des Periostes mit den Knochen selbst ist bald lockerer und kommt durch einfache Aneinanderlagerung und durch zartere in den Knochen eindringende Gefässe zu Stande, oder inniger und wird durch stärkere Gefässe und Nerven und viele sehnige Streifen bewirkt. Ersteres findet sich vorzüglich bei dünnem Perioste und fester Substanz der Knochen, wie an den Diaphysen, innen und aussen am Schädeldache, an den Sinus des Schädels, letzteres bei dickem Perioste und dünner *Subst. compacta*, so z. B. an den Apophysen, bei kurzen Knochen, am Gaumen, an der Schädelbasis.

Den feineren Bau der Beinhaut anlangend, so zeigt dieselbe fast überall, mit einziger Ausnahme der Stellen, wo Muskeln unmittelbar von ihr entspringen, zwei Lagen, die zwar fest mit einander zusammenhängen, aber doch durch ihren Bau mehr oder minder deutlich sich unterscheiden. Die äussere Lage wird vorzüglich von Bindegewebe hie und da mit Fettzellen gebildet und ist der Hauptsitz der dem Perioste eigenen Gefässe und Nerven, während in der inneren Schicht elastische Fasern, gewöhnlich der feineren Art, zusammenhängende oft sehr dichte Netze in mehreren Lagen übereinander bilden und das Bindegewebe mehr zurücktritt. Nerven und Gefässe kommen in dieser Lage auch vor, allein mehr nur als durchtretende, für den Knochen selbst bestimmte. Ausserdem findet sich, worauf *Ollier* in neuester Zeit aufmerksam gemacht hat, an der Innenseite der Beinhaut auch beim ausgebildeten Thiere eine dünne Lage (*Blastème sous-périostal Ollier*) eine Schicht, die derjenigen entspricht, von der beim wachsenden Geschöpfe das Dickenwachsthum der Knochen ausgeht, eine Angabe, die ich für den Menschen und die Säuger bestätigen kann, nur dass diese Lage, die dicht stehende rundliche Zellen enthält, nicht beständig ist.

Die innere Lage der Beinhaut sammt dem *Blastème sous-périostal* nennt *Ollier* in seinen neuesten Mittheilungen bei jungen Thieren »*Couche ostéogène*«.

§. 87.

Knochenmark. Fast alle grösseren Hohlräume in den Knochen werden von einer weichen, durchscheinenden, gelblichen oder röthlichen, gefässreichen Masse, dem Knochenmarke, *Medulla ossium*, eingenommen. In den Röhrenknochen findet sich dasselbe in dem Markcanale und in den Räumen der Apophysen, fehlt dagegen in der festen Substanz ausser an den grossen Gefässen derselben; platte und kurze Knochen verhalten sich ebenso, nur enthält die Diploë der platten Schädelknochen neben dem Marke auch grössere Venen, von denen weiter unten noch die Rede sein wird. Dem Gesagten zufolge enthalten diese Venenräume, die *Canales nutritii*, Haversischen Canäle und die oben bezeichneten Nervencanäle und Lufträume der Knochen kein Mark.

Das Knochenmark erscheint in zwei Formen, als gelbes und rothes. Ersteres findet sich als eine halbweiche Masse, besonders in den langen Knochen und besteht nach *Berzelius* im Humerus des Ochsen aus 96% Fett, während letzteres in den Apophysen, in den platten und kurzen Knochen, vor Allem in den Wirbelkörpern, der Schädelbasis, dem Brustbein etc. vorkommt und ausser durch seine röthliche oder rothe Farbe und geringe Festigkeit, auch durch seine chemische Beschaffenheit sich auszeichnet, indem dasselbe nach *Berzellius* in der Diploë 75% Wasser, und Fett nur in Spuren führt. Den Bau anlangend, so findet sich im Marke, abgesehen von

Gefässen und Nerven, Bindegewebe, Fettzellen, freies Fett, eine Flüssigkeit, so wie endlich besondere kleinere Zellen, Markzellen. Bindegewebe und Fett sind überall zu treffen, jedoch in sehr verschiedenen Mengen. Das erstere ist an der Oberfläche der grossen Markmassen der Diaphysen etwas fester, kann jedoch nur uneigentlich als Markhaut, *Membrana medullaris* (*Endosteum, Periosteum internum*, innere Beinhaut) bezeichnet werden, da dasselbe nicht als zusammenhängende Haut sich ablösen lässt. Im Innern des Markes zeigt sich in schwammigen Knochen fast gar kein Bindegewebe, ausser in den grösseren Ansammlungen desselben, dagegen ist dieses Gewebe in den Diaphysen als ein sehr lockeres und zartes das Fett enthaltendes und die Gefässe und Nerven tragendes Maschenwerk mit Leichtigkeit nachzuweisen. Seine Elemente sind die des lockeren Bindegewebes (siehe §. 26), jedoch so viel ich sehe, ohne alle elastischen Fasern. Fettzellen von 35—70 μ, nicht selten mit einem deutlichen Kerne, trifft man in grosser Menge in gelbem dichterem Marke, ebenso häufig wie im *Panniculus adiposus* aber meist nicht zu besonderen Läppchen vereint. In zerfliessendem röthlichem Marke wird man sie spärlicher gewahr und in der rothen Pulpe der Wirbelkörper und der platten Schädelknochen zeigen sie sich nur in ganz kleinen spärlichen Häufchen oder ganz vereinzelt, daher die geringe Menge des Fettes in der Diploë nach *Berzelius*. In wassersüchtigem Marke sind diese Zellen oft nur zur Hälfte mit Fett, einem oder mehreren Tröpfchen, gefüllt und ausserdem viel Serum haltend, und bei Hyperämie der Knochen erscheinen sie zum Theil verkleinert, zum Theil spindelförmig ausgezogen. Freie Fetttröpfchen und eine helle oder gelbliche Flüssigkeit sieht man in den weicheren Arten des Markes wohl immer, oft in ziemlicher Menge. Dass die ersteren nicht durch die Präparation aus Zellen frei geworden sind, davon überzeugt man sich leicht, dagegen muss es dahingestellt bleiben, ob dieselben von zu Grunde gegangenen Zellen herrühren oder nicht. Endlich findet man zugleich mit etwas Flüssigkeit in allem rothen oder selbst nur röthlichen Marke, in reingelbem dagegen nur hie und da an der Oberfläche desselben (*Luschka*), kleine, rundliche, kernhaltige, selten gefärbte Zellen, ganz ähnlich denen des jungen Knochenmarkes. Diese Markzellen stimmen zwar mit denen überein, welche *Hasse* und ich (Zeitschrift für rationelle Medicin, Bd. V) in hyperämischem röthlichem Marke von Gelenkenden langer Knochen gefunden haben, sind aber nichts destoweniger in den Wirbeln, den Knochen des eigentlichen Schädels, im Brustbeine und in den Rippen eine regelrechte Erscheinung, wogegen sie in langen und kurzen Knochen der Glieder grösstentheils fehlen und in der *Scapula*, im *Os innominatum* und in den Gesichtsknochen in wechselnder Anzahl sich zu finden scheinen.



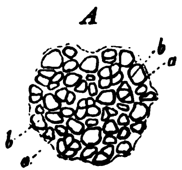
Fig. 141.

§. 88.

Verbindungen der Knochen. *A. Synarthrosis*, Verbindung ohne Gelenke. 1) Bei der Naht, *Sutura* vereinen sich die Knochen durch einen ganz schmalen häutigen weisslichen Streifen, den manche Schriftsteller fälschlich mit dem Namen Nahtknorpel (*Cartilago suturarum*) belegen. Derselbe ist einfach aus Bindegewebe gebildet, das ähnlich demjenigen der Bänder mit gleichlaufenden kurzen Bündeln von einem Knochenrande zum andern geht, und einzig durch die Anwesenheit von vielen kurzen und unregelmässigen, meist länglichen Bindegewebskörperchen sich auszeichnet. Sehr deutlich ist dieses Nahtband, wie man es nennen könnte, so lange die Schädelknochen noch wachsen und auch dann zumal weicher und eigenthümlich beschaffen (siehe unten). Mit der Ausbildung des Schädels schwindet dasselbe

Fig. 141. Zwei Fettzellen aus dem Marke des *Femur* des Menschen. *a*. Kerne, *b*. Zellenmembran, *c*. Fetttropfen, 350mal vergr.

immer mehr, wird fester und scheint im höheren Alter an vielen Orten, namentlich an den inneren Theilen der Nähte, selbst vor dem völligen Verschwinden derselben ganz sich zu verlieren.



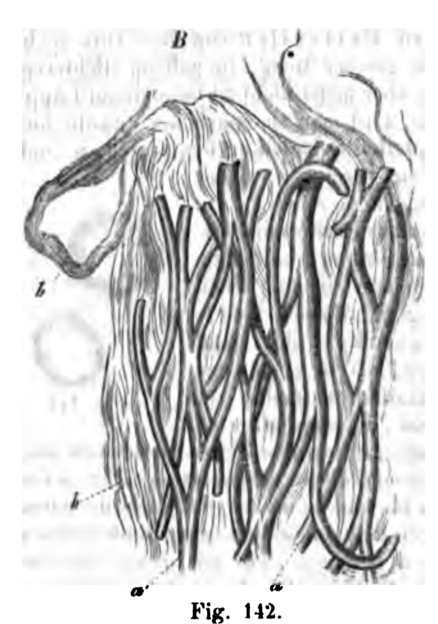


Fig. 142.

2) Die Bandverbindung, *Syndesmosis*, kommt durch fibröse und elastische Bänder zu Stande. Die fibrösen Bänder bilden die Mehrzahl der Bänder, sind weiss und glänzend und stimmen in ihrem Baue zum Theil mit den Aponeurosen und Muskelbändern, zum Theil mit den wirklichen Sehnen überein. Elastische Bänder (Fig. 142) sind die *Ligamenta flava* zwischen den Wirbelbogen und das *Ligam. nuchae*, das jedoch beim Menschen beiweitem nicht so entwickelt ist, wie das der Säuger. Die *Ligam. flava* sind gelbliche, sehr elastische, starke Bänder, deren elastische Elemente in Gestalt 3—9 μ dicker, rundlich polygonaler Fasern zu einem dichten Netzwerke vereinigt der Längsaxe der Wirbelsäule gleich ziehen und das längsgefaserte Ansehen der Bänder bewirken. Zwischen diesen Fasern, die weder in Bündeln, noch Lamellen beisammenliegen, sondern in der ganzen Dicke eines gelben Bandes zusammenhängen, findet sich ein im Ganzen genommen spärliches, doch in jedem Präparate nachzuweisendes Bindegewebe in Gestalt lockerer Bündel mit welligem, der Hauptrichtung der elastischen Fasern parallelem Verlaufe. Nach Todd und Bowman (p. 72) sind auch das *Ligamentum stylohyoideum*, und *Lig. laterale internum maxillae inferioris* vorzugsweise aus stärkeren elastischen Fasern gebildet.

3) Die Knorpelhaft, *Synchondrosis*, kommt durch Knorpel zu Wege unter grösserer oder geringerer Betheiligung von faserknorpeligen und fibrösen Massen. Als Vorbild derselben kann die Verbindung der ersten Rippe mit dem Brustbeine dienen, bei der eine zusammenhängende Knorpelmasse die beiden Knochen vereint und als äussere Fasermasse nur das *Perichondrium* da ist. Die *Synchondrose* zwischen *Manubrium* und *Corpus sterni* und diejenige zwischen dem letztern und dem *Processus ensiformis* hat, wo sie da ist, in der Mitte eine Lage weisslichen Knorpels mit faseriger Grundsubstanz, in der selbst dort eine spaltförmige Höhle auftreten kann (Luschka, Zeitsch. f. rat. Med. N. F. IV) und bei den Verbindungen des 2.—7. Rippenknorpels mit dem Sternum sind in der Regel einfache oder doppelte Höhlen da, im letztern Falle mit einem Knorpelstreifen in der Mitte nach Art der *Ligg. interarticularia*, doch finden sich in gewissen Fällen auch hier *Synchondrosen* (Luschka). Bei der *Symphysis ossium pubis*, der *Synchondrosis sacro-iliaca* und der Vereinigung der Wirbelkörper findet sich unmittelbar am Knochen eine Lage ächter Knor-

Fig. 142. *A*. Querschnitt durch einen Theil des *Lig. nuchae* des Ochsen, 350mal vergr. mit Natron. *a*. Bindegewebe homogen erscheinend, *b*. Querschnitte der elastischen Fasern (von 9—22 μ Durchmesser). *B*. Elastische Fasern *a*. aus einem gelben Bande des Menschen, sammt etwas Bindegewebe *b*. zwischen denselben, 450mal vergr.

pelsubstanz, welche an den beiden ersten Orten unmittelbar, an letztern durch Mithülfe eines faserknorpeligen Gewebes mit der andern Seite sich verbindet und äusserlich von faserknorpeligen und fibrösen ringförmigen Lagen umgürtet wird. Im Innern dieser Verbindungsmassen findet sich oft eine Höhle, so dass namentlich die *Synchondrosis sacro-iliaca* auch als eine Art Gelenk angesehen werden kann (*Zaglas, Luschka*).

Die *Ligamenta intervertebralia*, Zwischenwirbelbänder oder Bandscheiben der Wirbelkörper bestehen 1) aus äusseren ringförmigen Schichten von Faserknorpel und weisslichem Bindegewebe, 2) aus einem mittleren, vorzüglich faserknorpeligen weichen Kerne und 3) aus zwei den Knochen unmittelbar aufliegenden Knorpellagen. Die ringförmigen Schichten oder der Faserring bestehen zu äusserst aus Bindegewebe, weiter nach innen aus abwechselnden Lagen von Bindegewebe und von Faserknorpel, welcher letztere schon an frischen Querschnitten in Gestalt von matten gelblichen Streifen, die in Wasser hart und durchscheinend werden, sich zu erkennen gibt und bei der mikroskopischen Untersuchung kleine, reihenweise gestellte, verlängerte Knorpelzellen in einem faserigen Gewebe zeigt, das von Bindegewebe durch eine grössere Steifheit, den Mangel deutlicher Fibrillen, grosse Widerstandskraft in Alkalien und Essigsäure und den gänzlichen Mangel von elastischen Fasern sich unterscheidet.

Die weisslichen Lagen der äusseren Schichten, welche nach *Luschka* auch Blutgefässe führen, können, obschon ihre Fibrillen etwas starrer sind als die gewöhnlicher Bänder und Sehnen, weniger leicht zerfasern und nur wenige Bindegewebskörperchen und häufig gar keine feinen elastischen Fasern zwischen sich haben, doch als Bindegewebe betrachtet werden. Dieselben bilden 0,75—2,80 mm und darüber dicke, geschlossene Kreise oder Segmente von solchen und wechseln entweder mit ähnlichen Schichten von Bindegewebe oder mit den etwas dünneren und ebenfalls häufiger nicht ganz geschlossenen, fest mit ihnen verbundenen Ringen des Faserknorpels ab. Die Fasern der beiderlei Gewebe gehen im Allgemeinen von oben nach unten, doch stehen dieselben ohne Ausnahme schief und so, dass sie in den verschiedenen Lagen sich kreuzen, was auch für die äussern ringförmigen Lagen gilt, wo nur Bindegewebe mit einander abwechselt. Von dieser verschiedenen Richtung der Fasern ist es auch abhängig, dass die einzelnen Schichten auch da, wo dieselben alle bindegewebig sind, doch abwechselnd eine verschiedene Färbung darbieten, die mit der Stellung derselben zum Lichte wechselt (*Henle*, Anat. I.). Ausserdem ist noch zu erwähnen, dass die einzelnen Lagen selbst wiederum einen mehr oder minder deutlich blättrigen Bau erkennen lassen, in der Weise, dass die Blätter in den Bindegewebsschichten ebenso verlaufen, wie die Schichten selbst, in den faserknorpeligen Theilen dagegen mehr in der Richtung der Halbmesser einer Bandscheibe stehen.

Die weichere mittlere Masse der *Ligamenta intervertebralia* oder der Gallertkern der Anatomen ist erst in den neueren Zeiten in ihrer Bedeutung richtig erkannt worden, und besteht einerseits aus weichem Faserknorpel und Bindegewebe, anderseits aus Resten der fötalen *Chorda dorsalis*. Letztere anlangend so haben *Donders* und ich selbst schon vor Jahren aus dem Gallertkerne von Erwachsenen weissliche Zellenhaufen beschrie-

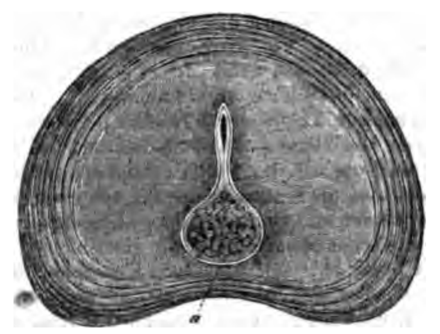


Fig. 143.



Fig. 144.

Fig. 143. *Lig. intervertebrale* eines Neugebornen im Querschnitte. *a*. Chordahöhle mit den Zellen der Chorda erfüllt. Etwa 4mal vergr.

Fig. 144. Ein Haufen Chordazellen mit Vacuolen aus einem *Lig. interv.* eines 5 Wochen alten Kindes. 350mal vergr.

ben (Mikr. Anat. II. 1. p. 310), welche wir nicht zu deuten wussten. Im Jahre 1858 wurde dann von mir gezeigt (Würzb. Verh. IX. St. XLVIII), dass die *Ligamenta intervertebralia* von einjährigen Kindern regelrecht eine birnförmige Höhle enthalten, welche von der fortgewucherten Masse der *Chorda dorsalis* erfüllt sei, sowie dass aus dieser Masse, die aus einer weichen Zwischensubstanz und vielen Haufen oder netzförmig verbundenen Strängen von eigenthümlichen Zellen mit Vacuolen (Flüssigkeit haltenden Räumen) bestehe, ein guter Theil des Gallertkernes der *Ligamenta intervertebralia* des Erwachsenen sich entwickle, bei dem man selbst noch in gewissen Fällen die eigenthümlichen Chordazellen des Neugebornen finde. Der Chordarest des Erwachsenen ist in der Mitte des Gallertkernes in einer unregelmässigen Höhle enthalten, welche, obgleich dieselbe schon früheren Anatomen bekannt war, doch erst *Luschka* (Zeitschr. f. rat. Med. N. F. VII und Halbgelenke 1858) einer ausführlicheren Beschreibung unterwarf, wobei er jedoch in den Irrthum gerieth, dieselbe mit den Höhlen von Gelenken zusammenzustellen. Die diese Höhle umgebenden Theile des Gallertkernes sind nicht wesentlich von den Bestandtheilen des Faserringes verschieden, denn auch hier finden sich noch Bindegewebslagen, nur treten dieselben gegen den Faserknorpel immer mehr zurück und sind auch nicht so deutlich abgegrenzt. Je weiter nach der Mitte, um so mehr verwischt sich jede Spur einer Abwechslung verschiedener Schichten und einer ringförmigen Anordnung derselben, das Ganze wird durchscheinend, weich, endlich fast gleichartig. Das Mikroskop ergibt vorwiegend Faserknorpel mit grossen (26—53 μ), vielgestaltigen, oft ineinander eingeschachtelten Zellen (Fig. 145), deren wie schon *Henle* sah, durch ringförmige Schichten gleichmässig verdickte Wände oft nur noch eine kleine Höhle mit meist geschrumpftem Protoblasten einschliessen, und daneben eine undeutlich faserige oder körnige, oft wie in Zersetzung begriffene Grundsubstanz da und dort mit sternförmigen Zellen (Bindegewebskörperchen), die mit rundlichen Zellen untermengt vorkommen. Diese weiche Masse umgibt dann oft mit unregelmässigen Fortsätzen, die *Luschka* zuerst beschrieb, die Chordareste, so dass beide Theile verschiedentlich ineinander eingreifen und eine scharf begrenzte Höhle zur Aufnahme des Chordarestes, wie sie dem Kinde zukömmt, fehlt.

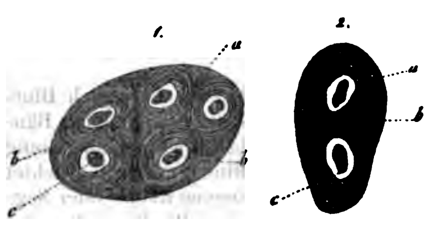


Fig. 145.

Die mittleren Theile der Fasermassen der *Ligg. intervertebralia* gehen gegen die Verbindungsflächen der Wirbelkörper zu in eine dünne harte gelbliche Lamelle wirklicher Knorpelsubstanz mit verdickten, zum Theil mit Kalkkrümeln belegten Zellen über, welche nicht unähnlich einem Gelenkknorpel, jedoch minder fest am Knochen haftet. Weiter nach aussen findet sich zwar auch noch Knorpelsubstanz in Gestalt vereinzelter Scheibchen oder Theilchen, die, wie es scheint, vorzüglich mit den faserknorpeligen Theilen in Verbindung stehen, und zwischen denselben zeigt sich Bindegewebe mit eingestreuten Knorpelzellen, wie in den Ansätzen der Sehnen an Knochen (§. 77). Die diesem Theile der Bandscheiben entsprechenden äussern Theile der Wirbelkörperfläche sind im Gegensatze zu den inneren nach dem Ablösen der Bänder wie löcherig, mit frei zu Tage liegendem Marke; die Knorpelscheibchen sind es, die die Poren schliessen, während das Fasergewebe mit senkrecht stehenden Fasern an die Knochensubstanz zwischen denselben sich anschliesst.

Zwischen dem Kreuzbeine und Steissbeine und den einzelnen Steissbeinwirbeln finden sich sogenannte falsche Zwischenwirbelbänder, die aus einer mehr gleichmässigen faserigen Masse ohne Gallertkern bestehen. Die einzelnen Kreuzbeinstücke besitzen früher wahre Zwischenwirbelbänder zwischen sich, die später von aussen nach innen verknöchern, jedoch so, dass man noch bei Erwachsenen häufig Spuren des Bandes in der Mitte sieht. Nach

Fig. 145. Knorpelzellen aus dem Gallertkern der *Ligg. intervertebralia*. 1. Grosse Mutterzelle *a*, mit einer Scheidewand, von zwei Tochterzellen der ersten Generation herrührend und fünf Tochterzellen *b*. der zweiten Generation mit concentrisch verdickten Wänden und geschrumpften Protoblasten *c*. in den kleinen Zellenhöhlen. 2. Mutterzelle *a* mit zwei durch eine zarte Scheidewand *b* getrennten Tochterzellen, die bei gleichmässig verdickten Wänden eine kleine Höhle und geschrumpften Protoblasten *c* enthalten.

Luschka bleibt hier selbst bis ins späteste Alter eine trockne gelbliche Knorpelmasse übrig (Halbgelenke St. 99). An den Halswirbelkörpern fand *Luschka* ausser dem mittleren Zwischenwirbelbande auch noch kleine seitliche Gelenke, zwischen den Vorsprüngen am Seitenrande jedes untern und der entsprechenden Fläche jedes obern Wirbels, welche jedoch nicht in allen Fällen bestimmt als solche ausgeprägt waren (Halbgel. St. 70—73).

Bei der Symphyse der Schambeine besteht die Knorpellage, die in den mittleren und vorderen Theilen der Fuge am dicksten ist, und durch eine äusserst unebene Fläche mit dem Knochen sich verbindet, jederseits in einer Dicke von 1—2,2 mm aus wahrer Knorpelsubstanz mit gleichartiger feinkörniger Grundmasse und einfachen Mutterzellen, von 22—53 μ Grösse. In der Mitte wird die Grundsubstanz weicher und faserig und hier findet man auch, wie es scheint, vorzüglich beim weiblichen Geschlechte (nach *Aeby* fehlte bei Weibern unter 28 Fällen die Höhle 2mal, bei Männern unter 38 Fällen 10mal), nicht selten eine unregelmässige enge Höhlung mit häufig unebenen Wänden und etwas schmieriger Flüssigkeit, die offenbar einer Auflösung der innersten Knorpellagen ihren Ursprung verdankt, von welcher deutliche Spuren auch an den sie begrenzenden Knorpeltheilen wahrzunehmen sind. Vor dem 7. Jahre fehlt nach *Aeby* diese Höhle ohne Ausnahme und ist später bei Weibern umfangreicher. Der Einfluss der Schwangerschaft auf diese Höhlung ist noch nicht hinreichend ermittelt, immerhin sprechen meine Erfahrungen wie die von *Aeby* dafür, dass nicht in allen Fällen eine Vergrösserung derselben gefunden wird, wie Einige diess annehmen. Wo sie vorkommt scheint sie besonders in Folge schwerer und häufiger Geburten aufzutreten. Die äusseren Lagen der Symphyse, die bekanntlich vorn und oben am entwickeltsten sind, gehen, die alleräussersten rein bindegewebigen Lamellen abgerechnet, nicht unmittelbar vom Knochen aus, sondern vereinen eigentlich nur die äusseren Theile der beschriebenen Knorpellagen, und bestehen vorzüglich aus einer allem Anscheine nach mit dem Bindegewebe übereinstimmenden, hie und da Knorpelzellen haltenden Fasermasse.

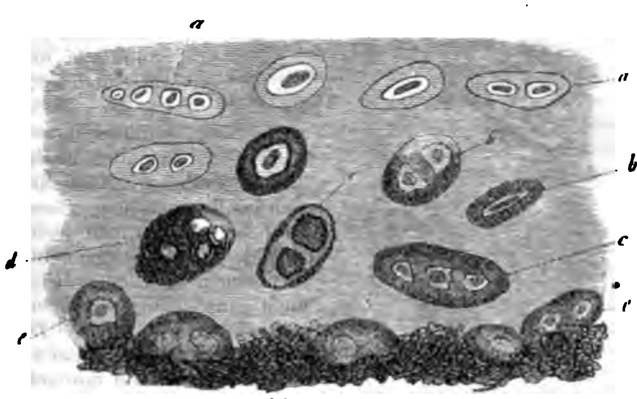


Fig. 146.

An der Symphyse kommt fast regelrecht eine Bildung von verkalktem Knorpel vor (Fig. 146). Immer nämlich trifft man am Knochenrande derselben halb in den Knorpel hineinragende oder ganz in demselben liegende verkalkte Knorpelkapseln mit gleichartigen oder von Kalksalzen körnigen dicken Wänden von 26—35 μ Grösse und rundlichen kleinen Protoblasten. Auch prächtige, halb und ganz ossificirte Mutterkapseln mit 2 Tochterzellen und 33—64 μ Grösse, bis zu solchen mit 10—20 eingeschlossenen Zellen und einer Länge von 112 μ werden fast in jedem Präparate deutlich.

Die *Synchondrosis sacro-iliaca* wird durch eine platte, 1,68—3,37 mm dicke Knorpellage vermittelt, welche mit den *Superficies auriculares* der betreffenden Knochen fest vereint und zwischen denselben ausgebreitet ist. Die Knorpelkapseln sind in der Nähe der Knochen abgeplattet, mit ihren Flächen gegen dieselben gerichtet und zeigen schöne Uebergänge in halb und ganz freie, am Rande des Knochens befindliche verkalkte Bildungen,

Fig. 146. Knochenrand gegen den Knorpel von der Symphyse des Mannes, 350mal vergr. *a*. Knorpelzellen mit verdickten Wänden, *b*. solche in der Ossification begriffen, *c*. fast ossificirte Zellen mit gleichartigen Wänden frei in der Grundsubstanz des Knorpels, *d*. eben solche mit Kalkkrümeln, *e*. ossificirte Zellen am Rande der Kalkkrümel enthaltenden Grundsubstanz des Knochens, halb hervorragend.

wie sie die Fig. 146 zeigt. Hier im Innern finden sich, nach *Zaglas* u. A. regelrecht, dem Hüftbeine näher, eine spaltenförmige Höhle, die die Knorpellage beider betreffenden Knochen vollständig oder fast vollständig von einander scheidet. Dieselbe enthält etwas *Synovia*-ähnliche Feuchtigkeit und ist von glatten und ebenen Wänden begrenzt, die durch ihre grössere Härte und auch durch ihren Bau von den übrigen Knorpeltheilen sich unterscheiden. Die Grundsubstanz derselben ist in der Richtung der Fläche feinfaserig, die Zellen alle sehr gross (bis zu 78 μ), mit vielen Tochterzellen und ungemein verdickten Wänden, so dass die Zellenhöhlen auch der Tochterzellen oft ausnehmend verkleinert erscheinen, ohne jedoch von Porencanälchen oder Ablagerungen von Kalksalzen eine bestimmte Andeutung zu zeigen.

Die R i p p e n k n o r p e l sind von einem festen, aus Bindegewebe und vielen elastischen Elementen bestehenden *Perichondrium* überzogen, welches einerseits am Sternalende in Verbindung mit den hier befindlichen Synovialhäuten beginnt, andrerseits unmittelbar ins Periost der Rippen übergeht. Der durch eine rauhe Oberfläche mit dieser Haut verbundene Knorpel ist bedeutend fest, jedoch elastisch, blassgelb oder in feinen Schnitten bläulich durchscheinend, im Innern fast immer an einzelnen Stellen gelblich-weiss, mit Seidenglanz. Seine Grundsubstanz zeigt an den letzteren Orten einen faserigen Bau, an den übrigen ein fein körniges Aussehen; von den Zellen sind die äussersten in einer Schicht von 130—220 μ länglich, abgeplattet, der Oberfläche gleichgestellt, meist klein (bis 13 μ), zum Theil auch grösser, mit einigen oder selbst vielen hintereinander liegenden Tochterzellen erfüllt; weiter nach innen werden dieselben, ohne ihre abgeplattete Gestalt ganz zu verlieren, grösser (67—112 μ die meisten), länglichrund und rundlich und stehen mit ihren Flächen nach den Knorpelenden zugewandt, mit ihrer Längsaxe meist in der Richtung der Halbmesser der Querdurchschnitte der Rippen, in manchen Fällen freilich auch unregelmässig nach verschiedenen Seiten zu. Die grössten Zellen (bis zu 180 μ, selbst 220 μ) finden sich in den faserigen Stellen und zwar führen dieselben, wie überhaupt alle inneren Zellen, Tochterzellen in verschiedener, oft sehr beträchtlicher (bis zu 60, *Donders*) Zahl. Was die Elemente der Rippenknorpel besonders bezeichnet, ist das reichlich in ihnen enthaltene Fett. In allen Zellen nämlich mit Ausnahme der oberflächlichsten, finden sich bei Erwachsenen grössere oder kleinere (von 4—18 μ), bald kreisrunde, bald mehr unregelmässige Fetttropfen, welche die Zellenkerne häufig so umgeben, dass von ihnen nichts mehr zu sehen ist (Fig. 147 *ab*), weshalb man, jedoch nicht ganz richtig, angenommen hat, dass das Fett in diesen seinen Sitz habe. — Der Knorpel am grossen Horne des Z u n g e n b e i n e s und zwischen dem Körper und grossen Horne und die unregelmässig auftretenden Knorpelanhänge am *Proc. styloideus* weichen in Nichts von den Rippenknorpeln ab, nur dass ihre Knorpelzellen nicht immer grössere Fetttropfen führen.



Fig. 147.

Die Rippenknorpel v e r k n ö c h e r n im höhern Alter ungemein häufig, doch ist diese Ossification, ebenso wie die Zerfaserung ihrer Grundsubstanz, nicht als etwas ganz normales zu betrachten und mit der gewöhnlichen Ossification nicht auf eine Linie zu stellen. Die Verknöcherungen sind bald beschränkter, bald ausgebreiteter. Im ersten Falle kommt es häufig nicht weiter, als bis zu Ablagerungen von Kalksalzen in die dicken Wandungen der Knorpelkapseln und ihrer faserig gewordenen Grundsubstanz; im letzteren (und auch oft im ersteren) geht der Ossification die Bildung von Hohlräumen im Knorpel und eines Knorpelmarkes mit Gefässen in demselben voraus, welche theils mit denen des *Perichondrium*, theils mit denen der Rippen zusammenhängen, und ist die Knochensubstanz regelrechter

Fig. 147. Knorpelzellen des Menschen, 350mal vergr. *a*. Mutterzelle mit drei fetttropfenhaltenden Tochterzellen aus einem Rippenknorpel. *b*. Zwei Zellen von ebendaher, deren Fetttropfen von einem blassen Saume umgeben ist. *c*. Zwei Zellen mit verdickter Wand aus dem Knorpel am grossen Horne des Zungenbeins, die neben dem Fetttropfen einen deutlichen Kern führen.

ähnlicher, doch fast immer dunkler, minder gleichartig und mit wenig ausgebildeten, oft krümlige Niederschläge enthaltenden Knochenhöhlen. Unter dem Namen Knorpelmark versteht man die an die Seite der sich auflösenden Knorpelsubstanz tretenden Markzellen, Fettzellen, Bindegewebsbündel und Gefässe, welche mit denen sich entwickelnder fötaler Knochen so zu sagen ganz übereinstimmen und in ossificirenden Rippen und Kehlkopfsknorpeln leicht zu beobachten sind.

Die mannichfach wechselnden Verhältnisse der Synchondrosen und ihre Uebergänge in wirkliche Gelenkverbindungen begreifen sich leicht, wenn man weiss, dass die meisten Gelenke aus solchen sich entwickeln (siehe unten). *Luschka* hat daher wohl auch nicht so unrecht, wenn er die Synchondrosen und gewisse Amphiarthrosen, wie der Ilio-Sacralgelenke und die *Articulationes sterno-costales* unter dem Namen Halbgelenke zusammenfasst. Nur kann ich, wie schon angegeben, die Chordahöhle der *Ligg. intervertebralia* nicht als Analogon einer Gelenkhöhle auffassen.

§. 89.

B. Gelenkverbindung, *Diarthrosis*. Die Gelenkenden der Knochen oder die sonst an einem Gelenk sich betheiligenden Flächen derselben sind ohne Ausnahme mit einer dünnen Knorpellage überzogen, welche in der Mitte an den sich berührenden Flächen von ziemlich gleichmässiger Dicke ist, weiter nach aussen allmählich dünner wird und endlich ganz scharf ausläuft. Dieser Gelenkknorpel, *Cartilago articularis*, sitzt mit einer rauhen vertieften oder gewölbten Fläche fest an dem Knochen an, ohne durch irgend welche dazwischen gelegene Theile mit ihm sich zu vereinen und ist an der entgegengesetzten Seite in den meisten Gelenken grösstentheils ganz nackt und nach der Gelenkhöhle zugewendet, zum Theil von einer besonderen Faserhaut, einem *Perichondrium*, überzogen, das als unmittelbare Verlängerung des Periostes über einen meist nur geringen Theil des Knorpels sich hinzieht und dann ohne scharfen Rand allmählich endet. — In einigen Gelenken (Schulter-, Hüftgelenk) finden sich zur besseren Umschliessung der Gelenkköpfe besondere Knorpellippen, *Labra cartilaginea*, in Gestalt fester, gelblichweisser Faserringe, die mit breiterer Grundfläche am Rande des Gelenkknorpels unmittelbar am Knochen, zum Theil auch an dem Knorpel aufsitzen, zugeschärft, grösstentheils frei und unbedeckt von der Synovialhaut oder einem Epithel ins Gelenk hineinragen und aussen mit dem Perioste und der Synovialkapsel zusammenhängen.

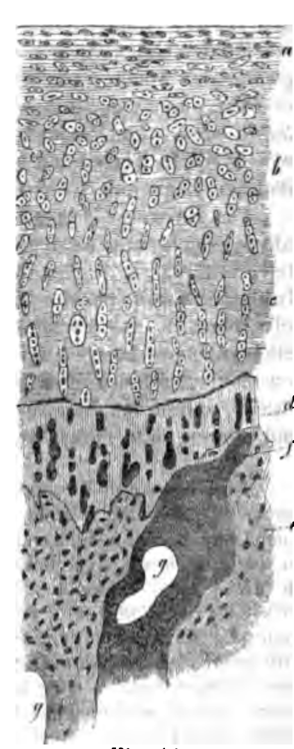


Fig. 148.

Mit Rücksicht auf den feineren Bau der eben beschriebenen Theile, so zeigt der Gelenkknorpel am ausgebildeten Knochen (Fig. 148) unter regelrechten Verhältnissen eine durchweg feinkörnige, zum Theil fast gleichartige Grundsubstanz und in dieser mehr dünnwandige Knorpelkapseln, die an der Oberfläche zahlreich und platt, mit ihren Flächen derselben gleich liegen; weiter nach innen länglichrund oder rundlich und spärlicher

Fig. 148. Gelenkknorpel eines menschlichen *Metacarpus* senkrecht durchschnitten, 90mal vergr. *a.* Oberflächlichste glatte Knorpelzellen, *b.* mittlere rundliche, *c.* innerste senkrecht und in kleinen Reihen stehende Zellen, *d.* äusserste Schicht des Knochens mit ossificirter faseriger Grundsubstanz und dickwandigen, hier durch Luft dunklen Korpelzellen, *e.* wirkliche Knochensubstanz, *f.* Enden der Markräume der Apophyse, *g.* Markraum.

werden und nach verschiedenen Richtungen durcheinander stehen, am Knochenrande endlich, länglich von Gestalt, senkrecht auf denselben gerichtet sind. Diese Kapseln haben alle deutliche, namentlich nach Essigsäurezusatz von der Grundsubstanz leicht unterscheidbare Wandungen, und in ihrem Protoblasten einen hellen, manchmal körnigen, jedoch wenig fetthaltigen Inhalt und bläschenförmige Kerne; sie stehen einzeln oder in Gruppen und führen sehr häufig zwei, vier oder selbst noch mehr Tochterzellen, welche bei den platten Zellen nebeneinander, bei den länglichen reihenweise stehen. Am Kopfe des Unterkiefers wie am Schläfenbeine findet man, so lange der Knochen nicht ausgebildet ist, eine mächtige Lage ganz ausgezeichneter Knorpelkapseln, gegen die Gelenkhöhle zu von einer Bindegewebslage überzogen. Diese Knorpellage schwindet, je mehr der Knochen seiner Ausbildung sich nähert und am Ende bleibt unter der dicker gewordenen Bindegewebslage nur noch eine ganz dünne und durchscheinende Schicht, deren Elemente, obschon dem Baue nach nicht wirkliche Knochenzellen und auch nicht ossificirt, doch denselben näher zu stehen scheinen als den Knorpelzellen. Nach *Henle* bleibt in den vorderen Theilen der Gelenkflächen unter dem Bindegewebe eine $^1/_8$ mm mächtige Lage ächten Knorpels. Faserig ist nach *Bruch* auch der Ueberzug am Sternalende der *Clavicula*, während nach *Henle* (Bänderlehre p. 63. 65) an beiden Enden der *Clavicula*, sowie an den betreffenden Gelenkflächen des *Acromion* und *Sternum* ein knorpelzellenhaltiges Bindegewebe sich findet, ebenso am *Lig. transversum dentis*, während die betreffende Stelle des Zahnes nur von Bindegewebe bekleidet ist, an der *Trochlea ulnae* z. Th., im untern *Radio- ulnar-* und am untern *Tibio-fibular*gelenk. An den Rippenköpfchen, die mit zwei Wirbeln verbunden sind, liegt nach *Luschka* über einer Knorpellage eine mächtige Lage von Fasersubstanz (*Müll.* Arch. 1856. p. 485).

Die Knorpellippen der Gelenke bestehen vorzüglich aus Bindegewebe, enthalten jedoch ohne Ausnahme einzelne Knorpelzellen von runder oder länglicher Gestalt, mit mässig dicker Membran, deutlichem Kern und hie und da Fettkörnchen. Mutterzellen sah ich hier nicht, dagegen findet man nicht selten jene schon beim Muskelsysteme (§. 86) erwähnten, reihenweis gestellten Zellen, welche man für Knorpelzellen anzusprechen geneigt ist, obschon dieselben die deutlichsten Uebergänge in Bindegewebskörperchen zeigen. Gelenkknorpel führen ausser während der Entwickelung, worüber unten das Nähere zu finden ist, keine Nerven und Gefässe. Die Knorpellippen sind nerven- und gefässlos.

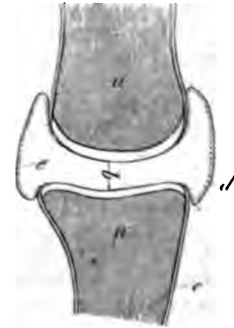
Eine besondere Erwähnung verdient das Verhalten des Knochens unter den Gelenkknorpeln. Derselbe besteht nämlich an fast allen Gelenken unmittelbar am Knorpel aus einer Lage nicht vollkommen ausgebildeter Knochensubstanz und erst weiter nach innen aus dem bekannten Gewebe (Fig. 148). Die erwähnte Lage von 90—350 μ, im Mittel 260 μ Dicke besteht aus einer gelblichen, meist faserigen, knochenharten und wirklich verknöcherten Grundsubstanz, enthält jedoch keine Spur von *Havers*ischen Canälchen oder Markräumen und ebenso keine ausgebildeten Knochenhöhlen. Statt der letzteren trifft man rundliche oder längliche, oft in Häufchen oder Reihen beisammenstehende Körperchen, grössere von 35—53 μ Länge, 13—18 μ Breite und kleinere von 13—18 μ Länge, 9—11 μ Breite, welche an Knochenschliffen durch Luft dunkel und nichts als dickwandige, noch mit Inhalt (Fett, Kernen) versehene, hie und da Andeutungen von Porencanälchen zeigende und verkalkte Knorpelzellen, mit andern Worten eine Art unentwickelter Knochenzellen sind. Die diese Zellen führende Schicht, welche gegen den Knorpel durch eine gerade, hie und da von Kalkkrümeln dunkle Linie und gegen den wahren Knochen durch eine buchtige Grenzlinie, an der man oft wie die Umrisse von Kapseln um die einzelnen Knochenzellen unterscheidet, sich abgrenzt, findet sich, wie ich wenigstens sehe, in allen Altern von der vollendeten Entwickelung der Knochen an ganz regelrecht in allen Gelenken, mit Ausnahme des Kiefergelenkes, wo jedoch *Bruch* und *Tomes* und *de Morgan* dieselbe ebenfalls gesehen haben, und der Gelenke am Zungenbein.

Beim Fötus aus der Mitte des Fötallebens sollen nach *Toynbee* (*Phil. Transact.* 1841) die Gefässe der Synovialhaut viel weiter auf den Gelenkknorpel übergehen, wovon ich jedoch

am *Humerus* von 5—6monatlichen Früchten und auch bei Neugebornen mich nicht überzeugen konnte. — In pathologischen Fällen kommen in den Gelenkknorpeln Zelleneinschachtelungen ungemein ausgebildet vor (s. Fig. 6), so namentlich bei sammtartigen Gelenkknorpeln, wo die Mutterzellen mit 1 oder 2 Generationen von Zellen und oft von sehr bedeutender Grösse, auch fetthaltig, ziemlich frei in faseriger Grundsubstanz liegen und leicht einzeln sich darstellen lassen (vergl. auch *Ecker* in *Roser* u. *Wunderlich's* Arch. Bd. II. 1843. p. 345). Die Gelenkknorpel sind beim Erwachsenen gefässlos (über die Gefässe derselben bei wachsenden Knochen, siehe unten), doch entwickeln sich die Gefässe an ihren Rändern von der Synovialhaut aus oft weiter über sie herüber. Von einer Entzündung der Knorpel kann demnach bei Erwachsenen keine Rede sein, wohl aber leiden dieselben bei krankhaften Zuständen ihrer Knochen oder Entzündungen der Synovialhaut, zerfasern sich oft mit gleichzeitiger Dickenzunahme, da *Cruveilhier* (*Dict. de méd. et de chir. prat. III.* 514) die Fasern bis zu 13 mm Länge sah, was die normale Dicke der Gelenkknorpel weit übersteigt, nutzen sich leichter ab und schwinden selbst ganz (bei Eiterungen im Knochen oder in den Gelenken), so dass die Knochen frei stehen; auch erleiden sie theilweise Substanzverluste, so dass geschwürähnliche Lücken, die ebenfalls bis zum Knochen dringen oder von demselben ausgehen, sich bilden.

§. 90.

Die **Gelenkkapseln**, *Capsulae s. Membranae synoviales*, sind keine geschlossenen Kapseln, sondern kurze weite Schläuche, welche mit zwei offenen Enden sich an die Ränder der Gelenkflächen der Knochen anlegen und dieselben so verbinden. Dieselben sind eigentlich mehr oder weniger zarte, durchscheinende Häute, werden aber an vielen Orten von äusserlich an ihnen gelagerten Faserschichten, den sogenannten **fibrösen Kapseln**, so fest und vollständig überzogen, dass sie für die oberflächliche Besichtigung das Ansehen ziemlich derber Kapseln annehmen. Diese fibrösen Lagen befinden sich besonders da, wo keine oder wenige Weichtheile die Gelenke schützen, oder wo eine sehr feste Vereinigung erzielt werden soll (Hüftgelenk), fehlen dagegen meistens oder sind unentwickelt, wo Muskeln, Sehnen und Bänder an Gelenken anliegen oder wo besonderer Zwecke wegen die Synovialhaut bedeutendere Lagenveränderungen eingeht (Knie- und Ellbogengelenk).


Fig. 149.

Das Verhalten der Gelenkkapseln zu den Knochen und Gelenkknorpeln ist genauer bezeichnet folgendes (siehe Fig. 149). Die Gelenkkapsel setzt sich in den einen Fällen einfach an den Rand der überknorpelten Fläche an und geht von hier unmittelbar zum andern Knochen über (*Patella*, Amphiarthrosen), in den anderen überzieht sie zuerst neben dem Rande des Knorpels auch einen grösseren oder geringeren Theil des Knochens selbst und wendet sich dann erst um, um mit dem zweiten Knochen so oder so sich zu verbinden. In beiden Fällen sitzt die Synovialhaut nicht unmittelbar an den Hartgebilden, sondern ist loser oder fester mit dem Perioste und Perichondrium vereint und läuft schliesslich ohne scharfen Rand und untrennbar mit dem Perichondrium des Gelenkknorpels verbunden unweit des Randes des letzteren aus.

Bezüglich auf den feineren Bau der erwähnten Theile, so bestehen die Synovialmembranen, abgesehen von den sogenannten Faserkapseln, die ganz den Bau der fibbrösen Bänder haben, 1) aus einer Bindegewebslage mit nicht sehr zahlreichen Gefässen und Nerven und 2) aus einem Epithelium. Letzteres besteht aus 1, 2 bis

Fig. 149. Schematische Ansicht eines Fingergelenkes im Durschnitte, zum Theil nach *Arnold*. *a*. Knochen, *b*. Gelenkknorpel, *c*. Periost in das Perichondrium des Gelenkknorpels übergehend, *d*. Synovialhaut am Rande des Knorpels, verbunden mit dem Perichondrium, beginnend, *e*. Epithel derselben.

4 Schichten pflasterförmiger, 11—17 μ grosser Zellen mit rundlichen Kernen von 4—7 μ, erstere zu innerst aus einer Lage gleichlaufender Bündel mit minder deutlichen Fibrillen und länglichen Bindegewebskörperchen oder feinen elastischen Fasern, weiter nach aussen aus sich durchkreuzenden Bündeln mit feinen elastischen Netzen, hie und da auch aus einem Netze von Bindegewebsbündeln von sehr verschiedener Stärke, mit umspinnenden elastischen Fasern, gerade wie in der *Arachnoidea*. Nicht selten finden sich gewöhnliche Fettzellen vereinzelt in den Maschen des Bindegewebes und hie und da, jedoch im Ganzen sehr selten, auch einzelne oder einige Knorpelzellen mit mässig dicken dunklen Wänden und deutlichem Kern. Drüsen und Papillen besitzen die Synovialhäute keine, dagegen zeigen sie grössere Fettanhäufungen, *Plicae adiposae*, und gefässreiche Fortsätze, *Plicae vasculosae* (*Plicae synoviales, Ligamenta mucosa* der Autoren). Die ersteren, früher fälschlich *Havers*ische Drüsen benannt, kommen vorzüglich im Hüft- und Kniegelenke vor, in Gestalt gelber oder gelbröthlicher, weicher Vorsprünge oder Falten, und bestehen einfach aus grossen Ansammlungen von Fettzellen in gefässreicheren Theilen der Synovialhaut. Die letzteren finden sich in fast allen Gelenken und zeigen sich vorausgesetzt, dass die Gefässe gefüllt sind, als rothe, platte, am Rande gekerbte, gefaltete, mit kleinen Fortsätzen versehene Vorsprünge der Synovialhaut. Gewöhnlich sitzen diese Fortsätze nahe an der Ursprungsstelle der Synovialhaut vom Knorpel und legen sich flach auf denselben hin, so dass sie manchmal wie einen Kranz um denselben herum bilden, in andern Fällen stehen sie mehr vereinzelt und auch an andern Stellen der Gelenke. In ihrem Baue weichen sie vorzüglich durch ihren Gefässreichthum von den anderen Theilen der Synovialhäute ab, indem sie fast aus nichts als aus kleinen Arterien und Venen und zierlichen, am Rande der Fortsätze schlingenförmig verbundenen Capillaren bestehen und hierdurch sehr an die *Plexus chorioidei* in den Gehirnhöhlen erinnern. Neben den Gefässen zeigen sie eine Grundlage von häufig undeutlich faserigem Bindegewebe, das gewöhnliche Epithel der Synovialhaut, hie und da einzelne oder zahlreichere Fettzellen und selten isolirte Knorpelzellen. An ihrem Rande tragen sie fast ohne Ausnahme blattartige, kegelförmige, membranartige kleine Fortsätze, die Synovialzotten (*Luschka, Henle*), von den abenteuerlichsten Formen (viele namentlich wie Cactusstengel), welche selten noch Gefässe führen, meist nur aus einer Axe von undeutlich faserigem Bindegewebe, hie und da mit Knorpelzellen und einem stellenweise sehr dicken Epithel, manchmal die kleineren selbst nur aus Epithel oder nur aus Bindegewebe bestehen. In gewissen Fällen enthalten die Synovialzotten mit Flüssigkeit gefüllte Höhlen (*Luschka, Henle*).

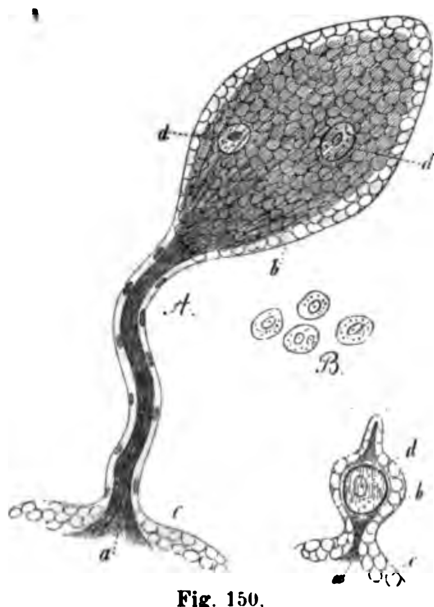


Fig. 150.

Fig. 150. Von der Synovialhaut eines Fingergelenkes. *A*. Zwei gefässlose Anhänge der Synovialfortsätze, 250mal vergr. *a*. Bindegewebe in der Axe derselben, *b*. Epithel (im Stiele des grösseren Fortsatzes nicht deutlich zellig) in dasjenige der freien Ränder des Fortsatzes *c* übergehend, *d*. Knorpelzellen. *B*. Vier Zellen aus dem Epithel der Synovialhaut des Knies, eine mit zwei Kernen, 350mal vergr.

In manchen Gelenken finden sich feste, weissgelbe faserige Platten, sogenannte *Cartilagines s. Ligg. interarticularia*, welche von der Synovialkapsel aus zu zweien zwischen die betreffenden Knochen sich einschieben (Kniegelenk) oder eine einzige Scheidewand quer durch das Gelenk bilden (Kiefer-, Schlüsselbein-, Brustbein- und Handgelenk). Dieselben bestehen aus einem festen, meist in verschiedenen Richtungen sich kreuzenden Fasergewebe, welches ganz an das Bindegewebe sich anschliesst, jedoch minder deutlich Fibrillen zeigt, ausserdem aus Knorpelzellen und vielen netzförmig verbundenen Bindegewebskörperchen, mit feinen elastischen Fasern untermengt. Die Knorpelzellen sind in den oberflächlichsten Lagen mehr vereinzelt, in den tieferen Theilen reihenweise gelagert und kleiner und machen endlich Längszügen ächter Bindegewebskörperchen Platz. Einen Ueberzug der Synovialhaut besitzen die Zwischengelenkbänder, die dem Bemerkten zufolge zu den Faserknorpeln zu zählen sind, nicht, wohl aber sind sie an ihrem mit der Gelenkkapsel verbundenen Rande, jedoch nur auf eine ganz kleine Strecke, nie an ihrer gesammten Oberfläche, von dem Epithel der Gelenkhöhle überzogen. Die Gelenkbänder bestehen, mit Ausnahme des weicheren *Lig. teres*, aus demselben festen Bindegewebe in den Bändern der Rippengelenke mit Knorpelzellen, ebenso am *Lig. transversum dentis*), wie die Sehnen und sonstigen fibrösen Bänder, nur haben die innern Bänder (*Ligg. cruciata* etc.) eine weichere Bindegewebslage und ein Epithel als Ueberzug.



Fig. 151.

Innerhalb der Gelenkkapseln findet sich eine geringe Menge einer hellen, gelblichen, fadenziehenden Flüssigkeit, die Gelenkschmiere, *Synovia* welche in ihrer chemischen Zusammensetzung dem Schleime sehr ähnlich zu sein scheint, namentlich auch flüssigen Schleimstoff enthält. Mikroskopisch untersucht, bietet dieselbe unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht viel Bemerkenswerthes dar und besteht einfach aus einer durch Essigsäure sich trübenden Flüssigkeit, die sehr häufig einige, oft fettig umgewandelte Epithelzellen, Kerne von solchen und Fettkügelchen, und unter nicht ganz regelrechten Verhältnissen auch Blut- und Lymphkügelchen, losgelöste Theile der Synovialfortsätze, des Gelenkknorpels und eine gleichartige gallertige Substanz enthält.

Die normale gesunde Synovia, die nach *Frerichs* (*Wagn.* Handw. III. 1 beim Ochsen 94,8 Wasser, 0,5 Schleimstoff und Epithel, 0,07 Fett, 3,5 Eiweiss und Extracte, 0,9 Salze enthält, ist eine Absonderung, der geformte Elemente nicht wesentlich zukommen und die unter Mitbetheiligung des Epithels einfach von den Gefässen der Synovialhäute ausgeschwitzt wird und zwar vor Allem von den Gefässfortsätzen derselben, die wie eigens zu diesem Zwecke angelegt sind, und auch immer am Rande der vorzüglich eines schlüpfrigen Ueberzuges bedürfenden Knorpel sich finden. Die gefässlosen Anhänge dieser Fortsätze geben, indem sie sich vergrössern, fester werden und von ihrem Verbande mit den Gefässfortsätzen sich lösen, gewissen Formen der sogenannten Gelenkmäuse den Ursprung. Diese, die auch in Schleimbeuteln und Sehnenscheiden, die ebenfalls Gefässfortsätze besitzen (siehe oben §. 78), vorkommen, bestehen aus einem Ueberzuge von Epithelium, Bindegewebe mit verlängerten Kernen und, jedoch nicht immer und in wechselnder Zahl aus eingestreuten Fett- und wahren Knorpelzellen, und entwickeln sich nicht ausserhalb

Fig. 151. Aus dem *Lig. falciforme* des Kniegelenkes. *a.* Ein Bindegewebsstreifen mit reihenweise gelagerten, länglich runden Zellen, ähnlich Knorpelzellen. *b.* Ein solcher mit längeren Zellen und Kernen, die wenn sie spindel- und sternförmig auswachsen, zu ächten Bindegewebskörperchen werden.

der Synovialhaut, sondern durch eine Wucherung dieser selbst. Uebrigens können ähnliche feste Körperchen wahrscheinlich auch noch auf andere Weise entstehen, indem wenigstens *Bidder* (Zeitschr. f. rat. Medicin, Bd. 3. S. 99 ff.) und *Virchow* (Med. Zeit. 1846. N 2. u. 3) solche beobachteten, die keine Spur eines besondern Baues zeigten. Ich möchte diese letzteren Gebilde in vielen Fällen mit *Virchow*, der den Faserstoff in ihnen wirklich nachwies, für Fibrinexsudate, in andern für festgewordene Niederschläge aus der Synovia halten, welche letztere Ansicht durch das häufige Vorkommen von sulzigen, mehr oder weniger festen gleichartigen Massen, offenbar verdichteter Synovia, in den Sehnenscheiden der Hand unterstützt wird. — Auch Knochenstücke, von Wucherungen am Umfange der Gelenkenden losgerissen, können in das Innere der Gelenke hineingelangen. — Die *Plicae adiposae* in Gelenken haben wohl weniger zur Bildung der Synovia als zur Mechanik der Gelenke Bezug, indem sie als Ausfüllungsmassen dienen.

§. 91.

Gefässe der Knochen und ihrer Nebenorgane. *A.* Blutgefässe. Die Beinhaut, *Periost*, hat ausser vielen durchtretenden für den Knochen bestimmten Gefässen mehr in ihrer äussern bindegewebigen Lage ein mässig enges Netz feiner (von 11 μ) Capillaren. Die Blutgefässe der Knochen selbst sind sehr zahlreich, wie man an eingespritzten und leichter noch an frischen, Blut enthaltenden Stücken sehen kann. Bei den langen Knochen werden das Mark und die spongiösen Gelenkenden von besonderen Gefässen versorgt und ebenso die feste Substanz des Mittelstückes. Erstere oder die *Vasa nutritia* dringen durch besondere grössere Canäle, die zu einem oder zweien an den Diaphysen, zu vielen an den Apophysen sich finden, in die Knochen ein, verästeln sich, abgesehen von spärlicheren Gefässchen, die sie an die innersten *Havers*ischen Canälchen der *Substantia compacta* abgeben, mit allen Häuten, die die Gefässe sonst besitzen (auch der *Muscularis*) in dem Marke und bilden hier ein wirkliches Capillarnetz mit Gefässchen von 9—11 μ die feinsten. Die Gefässe der festen Substanz stammen grossentheils aus denen des Periostes, verlieren ihre Muskelhaut sehr bald und bilden in den *Havers*ischen Canälen, die sie bald für sich allein, bald mit etwas Mark erfüllen, ein Netz weiter Canäle, die man in ihrem Baue nur dem geringsten Theile nach zu den Capillaren zählen kann, indem die meisten eine Bindegewebslage und ein Epithelium besitzen, und nur in den grösseren Gefässcanälen neben dem Hauptgefässe noch feine Capillaren vorhanden sind. Das Venenblut tritt aus jedem langen Knochen an drei Stellen ab, 1) durch eine grössere Vene, welche die *Arteria nutritia* begleitet und dieselbe Verbreitung hat wie diese, 2) durch viele grosse und kleine Venen an den Gelenkenden, 3) endlich durch viele kleine Venen, welche abgesondert für sich aus der festen Substanz der Diaphyse herauskommen, in der sie mit ihren Wurzeln, wie *Todd* und *Bowman* wohl richtig angegeben, die weiteren Räume und die sinus- oder taschenartigen Aushöhlungen einnehmen, die auch an Knochenschliffen sehr deutlich hervortreten. — Alle Knochengefässe, die Markgefässe der Apophysen und der Diaphysen, so wie die Gefässe der festen Substanz, verbinden sich mannichfach, so dass das Gefässsystem durch den ganzen Knochen als ein zusammenhängendes sich darstellt und Blut möglicher Weise von allen Theilen in alle gelangen kann, wie denn auch *Bichat* (III, 44) an einer eingespritzten *Tibia*, deren *Arteriae nutritiae* verwachsen waren, die Markgefässe ganz gut gefüllt fand.

In den kurzen Knochen zeigen die Blutgefässe ungefähr dasselbe Verhalten, wie in den Apophysen der langen, indem die Arterien und Venen an vielen Orten der Oberfläche mit grösseren und kleineren Stämmchen, zum Theil wie an der hintern Fläche der Wirbelkörper mit sehr grossen Stämmen, den *Venae basi-vertebrales Breschet*, ein- und austreten, mit einem Capillarnetze das Mark versorgen und auch in die spärlichen *Havers*ischen Canälchen dieser Knochen eingehen.

Die platten Knochen anlangend, so haben die *Scapula* und das *Os inno-*

minatum bestimmte Ernährungslöcher für grössere Arterien und Venen und erhalten in der festen Substanz feinere Gefässe vom Perioste aus und in den schwammigen Theilen, wie in der Gegend der Gelenkgruben, viele, auch grössere Gefässe. In den platten Schädelknochen verlaufen, während die Arterien meist als feine Zweigelchen von beiden Flächen aus in die Rinde und die schwammige Substanz eintreten und wie gewöhnlich beschaffen sind, die sogenannten *Venae diploëticae* nur mit ihren Wurzeln wie in andern Knochen frei im Marke, mit den Stämmen, Aesten und grösseren Zweigen dagegen ziehen dieselben für sich, meist ohne Betheiligung von Mark, in besondern, baumförmig verzweigten grösseren Canälen, den sogenannten *Breschet*schen Knochencanälen, die an bestimmten Stellen mit grösseren Oeffnungen (*Emisaria Santorini*) ausmünden und mit denen der harten Hirnhaut in mannichfacher Verbindung stehen, über welche Verhältnisse die Handbücher der gröberen Anatomie nachzusehen sind. Die Weite und Menge der Venen in den platten Schädelknochen ist übrigens äusserst wechselnd und verwachsen dieselben namentlich im Alter mit der so häufigen Abnahme der Diploë immer mehr, weshalb auch die Venencanäle und ihre Oeffnungen (*Emissaria*) von so wechselnder Stärke sind.

Die Gelenkknorpel und andere Knorpel des Knochensystems, auch die Faserknorpel enthalten beim Erwachsenen regelrecht durchaus keine Gefässe, mit Ausnahme des Perichondrium, das jedoch in dieser Beziehung dem Perioste bedeutend nachsteht, wohl aber können in einigen derselben, wie in den Rippenknorpeln im mittleren Alter und später Gefässe auftreten, in welchem Falle dann auch häufig theilweise Verknöcherung vorgefunden wird oder folgt. Arm an Gefässen sind die fibrösen Bänder und namentlich die elastischen und in dieser Beziehung mit den Sehnen auf eine Stufe zu stellen, wogegen die Synovialhäute durch bedeutende Zahl von Blutgefässen sich auszeichnen. Reich an solchen sind hier namentlich die schon oben erwähnten Synovialhautfortsätze, dann auch die Synovialhäute selbst, welche überall unmittelbar unter dem Epithel ein ziemlich enges Netz von 9—22 μ weiten Canälen enthalten.

B. Lymphgefässe der Knochen werden von einigen älteren und neueren Autoren erwähnt (siehe meine Mikr. Anat. II. 1. 336), doch sind dieselben immer noch zweifelhaft und habe ich mich bisher vergeblich bemüht, solche zu finden. Die übrigen Theile des Knochensystems anlangend, so kann es sich nur darum handeln, ob das Periost und die Gelenkkapseln Lymphgefässe besitzen. In ersterem sind sie noch nicht beobachtet, dagegen werden sie in letzteren von mehreren Autoren *Cruveilhier*, z. B., angenommen. Auch *Teichmann* (Saugadersystem S. 100) hat dieselben gesehen und liegen sie nach ihm nahe dem Epithel, sind verhältnissmässig gross, lassen sich jedoch nur schwer einspritzen.

A. Rauber glaubt an der Gelenkkapsel eines *Metacarpo-phalangeal*gelenkes eine Lymphdrüse gesehen zu haben (l. c. p. 32), allein die Gefässe des fraglichen Körpers, die er für Lymphgefässe anspricht, sind die Abbildung zufolge (l. c. Taf. III. Fig. 4) entschieden Arterien, und der fragliche Körper somit wohl nichts als ein Arterienknäuel.

§. 92.

Nerven des Knochensystems. Das Periost ist reich an Nerven, doch gehört der grössere Theil derselben nicht ihm selbst an, sondern den Knochen (siehe unten). Berücksichtigt man nur die eigentlichen Periostnerven, so zeigt sich, dass die Zahl derselben im Ganzen ziemlich spärlich ist, ja dass sie vielleicht an gewissen Stellen gänzlich fehlen, wie am Halse des Oberschenkels und unter gewissen Muskeln (*Glutaeus minimus, Musculi peronaei* z. B.): doch gibt es wohl keinen Knochen, an dem dieselben nicht an gewissen Stellen sich fänden. Diese Nerven liegen in derselben Schicht wie die Gefässe, bald längs der grösseren Stämmchen, bald für sich, stammen

wenigstens einem Theile nach von den grösseren Nerven der Knochen selbst, und verbreiten sich, obschon ihre Verästelungen und Verbindungen spärlich sind, nachweisbar über grosse Strecken. In den Stämmchen messen die Primitivfasern meist 4,5—9,0μ, erreichen jedoch nach und nach theils durch wirkliche Theilungen, die ich ganz ausgezeichnet im Perioste der *Fossa infraspinata* und *iliaca* des Menschen, *J. N. Czermak* auch am Stirnbeine des Hundes, sah, theils durch allmähliche Abnahme, den Durchmesser von 2,6—3,5μ und enden z. Th. scheinbar frei, in welcher Beziehung jedoch durch neue Untersuchungen erst festzustellen sein wird, ob nicht auch hier, wie an so vielen andern Orten blasse Endfasern vorkommen. An den Gelenkenden mancher Knochen, so am Ellbogen, Knie, den Knöcheln, sah ich die Nerven reicher als sonst, in dem gefässreichen Bindegewebe über dem eigentlichen Perioste vielfach sich verästelnd und verbindend und vorzüglich dem Laufe der Gefässe folgend, doch kamen mir Theilungen der Primitivfasern und Endigungen hier nicht zu Gesicht.

Die Knochennerven, die vielleicht mit Ausnahme der *Ossicula auditus* und *Ossa sesamoidea* überall vorkommen, verhalten sich nicht in allen Knochen vollkommen gleich. In den grösseren langen Knochen dringen dieselben einmal mit den Ernährungsgefässen als ein oder, wo zwei *Foramina nutritia* da sind, zwei ziemlich bedeutende (bis 350μ messende), von blossem Auge sichtbare Stämmchen unmittelbar in die Markhöhle ein und verbreiten sich hier, dem Laufe der Gefässe folgend, jedoch nicht immer an denselben anliegend, bis gegen die Apophysen zu im Marke, indem sie vielfach sich verästeln, jedoch, so viel ich wenigstens sah, nur wenige Verbindungen bilden. Zweitens besitzen alle diese Knochen auch in den Apophysen viele feinere Nerven, welche mit den hier so reichlichen Blutgefässen sofort in die schwammige Substanz sich begeben und im Marke sich verzweigen, und drittens endlich gehen selbst in die feste Substanz der Diaphysen mit den feinen, in dieselbe eindringenden Arterien ganz zarte Fädchen ein, die wohl unzweifelhaft hier sich verbreiten, obwohl es mir noch nicht gelungen ist, sie mitten in der festen Substanz drin aufzufinden. Wie die grösseren verhalten sich auch die kleineren Röhrenknochen der Hand und des Fusses, nur dass ihre zahlreichen Nerven wegen der hier unentwickelten Markhöhle nicht so regelmässig in Apophysen- und Diaphysennerven sich scheiden.

Von kurzen Knochen fand ich die Wirbel äusserst reich an Nerven, namentlich die Körper. Dieselben dringen sowohl von hinten im Begleit der hier liegenden Arterien und Venen (*Venae basivertebrales*) als auch vorn seitlich mit den Gefässen ein und breiten sich im Marke der schwammigen Substanz aus. Auch im *Talus*, *Calcaneus*, *Os naviculare*, *cuboideum*, *cuneiforme I.* sah ich in den grösseren Knochen mehrere, in den kleineren wenigstens je Ein Nervenfädchen.

Im Schulterblatte und Hüftbeine sind die Nerven sehr zahlreich und zwar dringen dieselben vorzüglich an den oben bezeichneten Stellen mit den grösseren Gefässen theils in der Fläche, theils in der Gegend der Gelenkgruben ein. Auch im Brustbeine und in den platten Schädelknochen gelingt der Nachweis der Nerven nicht schwer. Bei letzteren sah ich schon bei Neugebornen im *Os occipitis* und *parietale* Nerven durch die *Foramina emissaria*, die um diese Zeit auch eine Arterie enthalten, eindringen und bei Erwachsenen finden sich im Scheitelbeine, Stirnbeine, Hinterhauptsbeine, obschon spärlich, doch hie da mikroskopische Fädchen an den kleinen Arterien, die von aussen in die feste Substanz eintreten, und wahrscheinlich bis in die *Diploë* eindringen.

Aus diesen Beobachtungen, zusammengehalten mit denen von *Kobelt*, *Beck*, *Engel*, *Luschka* u. a. geht nun wohl der bedeutende Reichthum der Knochen an Nerven unzweifelhaft hervor. Den Ursprung dieser Nerven anlangend, so sind dieselben schon von Früheren zu Kopf- und Rückenmarksnerven verfolgt, wie die Diaphysennerven des *Femur*, der *Tibia*, des *Humerus* zu den *NN. cruralis*, *tibialis*, *ischiadicus* und *perforans Casseri*, ebenso ein Stirnbeinnerv zum *N. supraorbitalis*, was von mir

für die Tibianerven und von *Luschka* für die gewisser Schädelknochen und der Wirbel bestätigt worden ist: doch betheiligt sich auch der *Sympathicus* an der Bildung derselben, wie *Luschka* an den Wirbelnerven und schon früher *Kobelt* fand. Die mikroskopische Untersuchung bestätigt diess, indem die Knochennerven in den Stämmen und Endigungen ganz an die sensiblen Aeste der Rückenmarksnerven erinnern und in den Stämmen ⅓ Fasern von 11—13 μ, ⅔ solche von 4—9 μ, in den stärkeren Aesten vorwiegend Fasern von 4—7 μ, aber auch noch solche bis 13 μ, hinauf, in den feinsten Verzweigungen endlich nur Fasern von 2,5—3,5 μ enthalten. Auch die Beinhautnerven, die oft nachweisbar mit den Knochennerven zusammenhängen und zu den Extremitätennerven sich verfolgen lassen, stammen wohl vorwiegend aus den Rückenmarksnerven, jedoch soll auch bei ihnen eine Betheiligung des *Sympathicus* nicht in Abrede gestellt werden. Wie die Knochennerven enden, habe ich nicht gesehen, und kann ich nur soviel sagen, dass schliesslich von den Nerven im Marke feinste Aestchen aus etwas Neurilem und 1—2 feinen Fasern sich entwickeln, was jedoch aus diesen wird, blieb mir verborgen.

Die Bänder anlangend, so habe ich im *Ligamentum nuchae* des Ochsen einige feine, kleine Arterien begleitende Aestchen von 9 μ mit feinen Fasern von 2,6—3,3 μ gesehen und von *Rüdinger* (l. i. c.) sind auch in den fibrösen Bändern des Menschen Nerven nachgewiesen worden, die nach ihm in derselben Weise sich verhalten wie in Sehnen. Die *Membrana interossea cruris* besitzt vom *Nervus interosseus* abstammende Fädchen, welche aus 1—3 Fasern von 6—9 μ gebildet, prächtige Verästelungen und scheinbar freie Endigungen der dunklen Primitivfasern darbieten. — Auch ein Nerv von 67 μ, der mit einer Arterie in den faserigen äusseren Theil der Symphyse hinein ging, mag hier erwähnt werden. — Von Knorpeln sah ich bisher nur beim Kalbe im Nasenscheidewandknorpel in den Knorpelcanälen neben Gefässe (Arterien) sehr deutliche feine Nervenstämmchen von 13—22 μ mit Fasern von 2,6—3,5 μ Dicke. — In den Gelenkkapseln finden sich viele Nerven (*Pappenheim*, ich, *Rüdinger*), und zwar sowohl in den sogenannten fibrösen Kapseln und dem lockern Bindegewebe ausserhalb der Synovialhäute, als auch vorzüglich in diesen selbst (*Rüdinger*). Beim Kniegelenke sah ich Nerven auch in den grossen Gefässfortsätzen, die neben Arterien Nerven von 15—18 μ mit feinen auch sich theilenden Fasern von 1,8—4,5 μ enthielten.

Besondere Erwähnung verdient noch, dass an den Nerven der verschiedenen Theile des Knochensystems auch *Pacini*'sche Körperchen sich finden und zwar sowohl an den Nerven der Knochen selbst (von mir gesehen am Diaphysennerven der *Tibia* 4, 5 mm vor seinem Eintritte ins *Foramen nutritium* und am grössern Nerven des *Metatarsus hallucis*), als nach *A. Rauber* an den Gelenknerven (s. oben St. 110), den Nerven der *Membrana interossea* und denen des Periostes.

§. 93.

Entwickelung der Knochen. Die Knochen zerfallen in Betreff ihrer Entwickelung in zwei Gruppen, in knorpelig vorgebildete (primäre Knochen) und in solche, die in einem weichen Blasteme von einem kleinen Anfange aus sich gestalten (secundäre Knochen). Erstere sind schon mit ihren wesentlichen Theilen (Diaphysen und Apophysen, Körper, Bogen und Fortsätze u. s. w.) versehen, entstehen in ihrer Knorpelanlage wie andere Knorpel und wachsen auch wie diese mehr oder weniger fort. Dann verknöchern sie, indem ein Theil des Knorpels vollständig von Knochensubstanz verdrängt wird, so dass dessen Perichondrium zum Perioste wird und erreichen von diesem Zeitraume an ihre endliche Gestalt theils auf Kosten des mit ihnen fortwuchernden Knorpelrestes, der nach und nach durch neu auftretendes Knochengewebe ersetzt wird, theils durch weiches verknöcherndes Ge-

wenigstens einem Theile nach … …ostes sich ablagert. Die
verbreiten sich, obschon ihre … …eschränkten weichen, nicht
weisbar über grosse Strecken. … …eben, die zuerst nur an ihren
4,5—9,0μ, erreichen jedoch … …neu entwickelt, weiter. Ha-
ich ganz ausgezeichnet im … …ann das Gewebe, aus dem sie
J. N. Czermak auch an … …dieser Knorpel in dasselbe Ver-
nahme, den Durchmesser … …immer aber bleibt der grösste Theil
Beziehung jedoch durch … …des Knochens, ohne jemals knor-
auch hier, wie an …
lenkenden mancher …
ven reicher als … …ewebes schon besprochen worden ist, so
vielfach sich … …n als Organe im Ganzen entstehen, noch
doch kamen … Arch. 1849 und ich Zootom. Bericht.
Die K… …e zuerst in ihren Einzelnheiten verfolgt.
Ossa sesam… *…mes, Sharpey, Bowman* und mich
men gl… …derselben festgestellt worden waren. Später
Ernähr… …nd *de Morgan* werthvolle Ergänzungen
beden… …wir es, dass die äusserst wichtige, zuerst
in d… …n *Bruch* gekannte, jedoch ganz allgemein
nie… …Vorläufer der Knochen sind und beim Men-
si… …r jeden Zweifel festgesetzt und in allen Ein-
d… …s auch die Anm. zu §. 27.
f…

§. 94.

…lskelet des menschlichen Körpers ist zwar
…cherne, allein immerhin ausgedehnt genug. Wir
…ständige Wirbelsäule mit ebenso vielen knorpe-
…auftreten, mit knorpeligen Fortsätzen und mit
…ge Rippen und ein knorpeliges, nicht gegliedertes
…mitäten mit ebenso vielen und äusserlich ähnlich
…hen da sind, mit einziger Ausnahme der Becken-
…achen, 4) endlich einen unvollständigen knorpe-
…Primordialcranium (meine Mikr. Anat. Tab.
…) eine zusammenhängende Knorpelmasse, entspricht
…ne mit Ausnahme der obern Hälfte der Schuppe,
…er *Lamina externa* des *Processus pterygoideus*, dem
…Keilbeines, dem Siebbeine, der untern Muschel, den
…gnbeine, enthält aber auch einige Knorpeltheile, die
…ebens in diesem Zustande verharren, wie die mei-
…pelansätze am Zungenbeine, oder später verschwin-
…he Fortsatz, zwei Knorpellamellen unter den Nasen-
…der den Griffelfortsatz mit dem Zungenbeine verbindet
…r eine von dem äussern Theile der *Ala parva* seitlich
…andere von der knorpeligen *Pars mastoidea* und *petrosa*
…kt. Mithin fehlen dem knorpeligen *Cranium* des Men-
…ädach und fast ganz die Seitentheile, ferner fast Alles,
…knochen eingenommen wird, doch sind wenigstens am
…von Knorpel gebildeten Stellen durch eine faserige Haut
…als eine Weiterentwickelung der ursprünglichen wei-
…dass mithin der Schädel um diese Zeit, wenn auch nur zum
…so vollständig ist wie früher und immer noch seiner anfäng-
…entspricht. Bei Säugethieren, wie z. B. beim Schweine, kom-
…knorpelige Schädel (meine Mikr. Anat. Tab. III. Fig. 1. u. 5).

Die Entwickelung der ersten Knorpelzellen anlangend, so ist es bei den Batrachiern leicht nachzuweisen, dass dieselben aus den ursprünglichen Bildungszellen ...rgehen (s. m. Mikr. Anat. II. 1. p. 349); und dasselbe gilt unzweifelhaft auch für den ... und die Säuger. Bei einem 8—9 Wochen alten menschlichen Embryo, dessen ... Extremitäten sich eben hervorbildeten, war in denselben fast noch keine Spur von ... geformten Knorpel vorhanden, und die innersten Zellen der Extremitätenanlagen von ... äusseren kaum zu unterscheiden. Dieselben waren 9—13 μ gross, kugelrund, mit ... körnigem Inhalte und minder deutlichen Kernen von 7 μ und bildeten ohne nach...weisbare Zwischensubstanz ein wenig festes Gewebe. Später wandeln sich die Zellen in schöne rundlich-vieleckige, immer noch dicht beisammenliegende Bläschen mit deutlichen Wandungen um, die, wie eine Vergleichung der spätern Zustände lehrt, nichts andres als das sind, was man die Knorpelkapseln nennt. Zur Zeit, wo diese jungen Kapseln deutlich werden, ist aber noch keine Zwischensubstanz vorhanden, vielmehr entsteht dieselbe erst etwas später und zwar, wie deutlich zu sehen ist, nicht durch Verschmelzung der Kapseln, sondern zwischen denselben. Die weitere Entwickelung des Knorpels bis ans Ende des fötalen Lebens zeigt, abgesehen von der Verknöcherung, das Eigenthümliche, 1) dass die Zellen gerade wie bei Batrachierlarven durch endogene Zellenbildung stätig sich vermehren, während gerade wie bei diesen, **von einer Enstehung von Zellen, unabhängig von den schon vorhandenen, keine Spur zu sehen ist** und eine Anlagerung neuer Zellen von aussen vom *Perichondrium* her, welche Einige annehmen (s. §. 24), wenigstens nicht erwiesen ist, und 2) dass die Zwischensubstanz, die hier offenbar grösstentheils unabhängig von den Zellmembranen sich bildet, **immer mehr zunimmt**. Die Zellen anlangend, so sind dieselben nach *Harting* in dem zweiten Rippenknorpel im viermonatlichen Fötus 8 μ lang, 5 μ breit, und entspricht ihre Gesammtmasse so ziemlich derjenigen der Zwischensubstanz; bei Schweineembryonen von 8 cm Länge ist nach *Schwann* der von den kernhaltigen hellen, dünnwandigen Zellen eingenommene Raum dreimal grösser als der der Zwischensubstanz; ich selbst finde die Knorpelzellen bei einem fünfmonatlichen menschlichen Embryo 7—17 μ gross mit und ohne Tochterzellen, zum Theil mit deutlichen Wänden, zum Theil ohne solche und durch Zwischenräume einer ganz gleichartigen Substanz von 4—11 μ von einander getrennt. Bei Neugebornen messen sie nach *Harting* 28—32 μ in der Länge, 7,2 μ in der Breite, sind 3—4mal so zahlreich als beim viermonatlichen Fötus, stehen dagegen jetzt an Masse der Zwischensubstanz bedeutend nach, welche mehr als das Doppelte derjenigen der Zellen ausmacht. Nach der Geburt wachsen in den nicht ossificirenden Knorpeln die Zwischensubstanz und die Zellen ziemlich gleichmässig fort, so dass ihr Verhältniss beim Erwachsenen ungefähr dasselbe ist, wie beim Neugebornen. Die Zellen sind beim Erwachsenen 8—12mal grösser als beim Neugebornen (*Harting*), doch sollen dieselben nach ihm jetzt an Zahl abnehmen, so dass sie nur noch ungefähr die Hälfte von derjenigen beim Kinde betragen, was durch eine Verschmelzung der Zellen erklärt wird. Mir scheinen die von *Harting* mitgetheilten Zahlen nicht hinreichend, um den angegebenen Satz zu begründen, und wenn auch derselbe feststände, könnte ich doch nicht mit der gegebenen Erklärung übereinstimmen, indem mir für die Annahme einer Verschmelzung von Knorpelzellen auch nicht Eine Thatsache zu sprechen scheint.

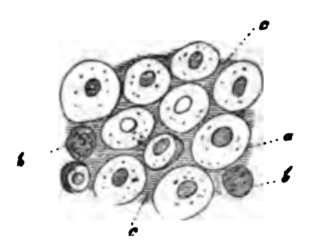


Fig. 152.

Hier sei auch noch kurz der *Chorda dorsalis* oder der Rückensaite Erwähnung gethan. Dieselbe ist ganz entwickelt ein cylindrischer, vorn abgerundeter und hinten zugespitzter knorpelartiger Streifen, der bei ganz jungen Embryonen in der Gegend der spätern Wirbelkörper und Schädelbasis vom Kopfe bis zum hintern Leibesende sich erstreckt und eine ungegliederte festere Körperaxe derselben bildet. Um diese *Chorda*, jedoch nicht in unmittelbarem Zusammenhange mit ihr entstehen selbständig die knorpeligen Anlagen der Wirbelkörper und der Schädelbasis und die *Ligg. intervertebralia*, worauf dieselbe dann später in den Wirbeln schwindet. An einigen Gegenden, wie im Steissbeine, im Zahn des

Fig. 152. Knorpelzellen aus dem *Humerus* eines 13 mm langen Schafembryo. *a*. Zellen mit Kern und hellem Inhalte (zwei Zellen haben noch Reste des früheren dicken Cytoplasma), *b*. Zellen mit dichtem Inhalte ohne sichtbaren Kern; *c*. Intercellularsubstanz.

den wichtigen Erfahrungen von
sie selbst nach der Geburt noch
selbst zur Entstehung besonderer
Veranlassung zu geben scheinen
Erfahrungen von den *Ligg. inter-*
aus den gewucherten Chordaresten

chen Knorpelskeletes. Von den
Theil mit dem übrigen Skelete weiter
der Nase, der Gelenke, Symphysen und
Entwickelung vollständig unter gewisse
grösste endlich ossificirt und bildet alle Kno-
und einen guten Theil derjenigen des Schä-
wesentlich auf dieselbe Weise. An einer oder
derselben *Puncta ossificationis* beginnt eine
Knorpelzellen, so dass nach und nach der
rung seiner Zellen, in einen eigenthümlichen
Hierauf schmelzen die verkalkten Theile Knor-
in und die so entstandenen grösseren Räume
Knorpelzellen den Protoblasten der Knorpelkap-
darstellen, aus welchem dann die junge ächte
verkalkten Knorpels sich ablagert und nach und
Umwandlung schreitet bald nur nach einigen, bald
immer mehr Theile des Knorpels in Knochen über.
meisten Fällen der Knorpel in der einen Rich-
hier bald ganz durch Knochen vertreten, nach
und liefert dem fortschreitenden Knochen immerzu
der zum Theil, wie an den Epiphysen der Röhren-
kernen sich entwickelt. Doch steht der Knochen
ständig verdrängt und dessen Perichondrium zu sei-
einer Vergrösserung nicht still, vielmehr tritt nun bis
an allen diesen Stellen eine neue eigenthümliche Bil-
dass ein an der Innenfläche des gefässreichen Periostes
ades, weiches Gewebe von seiner Berührungsfläche mit
und in dem Maasse, als diess geschieht, vom Perioste aus
gt

§. 96.

im ossificirenden Knorpel. Der lebhafte Bildungs-
llen zur Zeit der Verknöcherung eines Knorpels beruht dar-
bisher klein und mit wenig Tochterzellen erfüllt waren, zu
eine Brut von Zellen nach der andern aus sich erzeugen, und
an den Verknöcherungsrändern schon vorhandener Knochen.
Knochen grössere und je weiter weg um so kleinere Zellen sich fin-
leitung zur Verknöcherung begriffenen Zellen besitzen eine nur
elkapsel und einen Protoblasten von mehr klarer, seltener leicht
heit, mit einem schönen, bläschenartigen, runden Kerne mit
dern sich jedoch bei Zusatz von Wasser, Essigsäure, Alkohol, durch
sehr rasch, so dass der Protoblast um seinen Kern sich zusam-
rundliches oder längliches, zackiges, selbst sternförmiges, körniges,

dunkles Körperchen (Knorpelkörperchen der Autoren) bildet. Ihre Grösse und Stellung wechselt nach Alter und Ort nicht unbedeutend. Erstere anlangend, so zeigt sich während des Embryonallebens eine allmähliche Zunahme derselben, während nach der Geburt die Grösse der Zellen so ziemlich die gleiche zu bleiben scheint, und in Bezug auf letztere gilt es als Gesetz, dass wo die Knorpel nur nach einer Richtung verknöchern, die Zellen am Knochenrande reihenförmig angeordnet sind. Am ausgezeichnetsten ist diess, wie längst bekannt, an den Diaphysenenden der grösseren Röhrenknochen, wo die Reihen sehr zierlich und regelmässig parallel neben einander liegen und eine beträchtliche Länge besitzen, ebenfalls deutlich an allen übrigen langen Knochen und auch an manchen andern, sobald ihr Knorpel nur nach einer Seite verknöchert, wie an den Verbindungsflächen der Wirbel. Wo dagegen die Knochenkerne inmitten eines Knorpels nach allen Seiten sich vergrössern, sind die Knorpelzellen in rundliche oder länglich runde, unregelmässig durcheinanderliegende Häufchen angeordnet, wie in den kurzen Knochen bei ihrer ersten Bildung und in den Epiphysen. Eine genaue Vergleichung der den Verknöcherungsrändern näheren und entfernteren Zellen und der einzelnen Haufen derselben lehrt, dass ihre eigenthümliche Lagerung mit der Art und Weise ihrer Vermehrung in bestimmtem Zusammenhange steht. Jeder einzelne Haufen (oder auch zwei derselben) nämlich entspricht gewissermassen Einer einzigen ursprünglichen Zelle und stellt die Abkömmlinge dar, welche im Laufe der Entwickelung aus derselben hervorgegangen sind. In den einen Fällen nun legen sich alle diese neugebildeten Zellen in eine oder zwei Reihen hintereinander und dann entstehen, wenn dieselben noch mehr wachsen, die oben erwähnten Reihen, in den anderen dagegen bilden sich mehr kugelförmige Massen. Die ursprünglichen Zellen (ersten Mutterkapseln) gehen bei diesen Vorgängen, durch Verschmelzung ihrer Zellenmembranen mit der Knorpelgrundsubstanz, bald als besondere Gebilde unter, bald nicht, und dasselbe gilt auch von denen der späteren Geschlechter. Bei den rundlichen Zellenhaufen ist, da sie kleiner sind, gewöhnlich letzteres der Fall und erkennt man meist um dieselben herum noch einen Umriss, der nichts anderes, als die ausgedehnte Wand der ersten Zelle ist, wogegen bei den Zellenreihen die Wände der ursprünglichen Zellen meist bis zum Unkenntlichen mit der Intercellularsubstanz verbunden sind. — Die gesammte Lage, welche die eben beschriebenen vergrösserten und in lebhafter Vermehrung begriffenen Zellen einschliesst, hat in den verschiedenen Knorpeln eine verschiedene Dicke, eine geringe um die Kerne der Epiphysen und kurzen Knochen herum, ½—1 mm an den

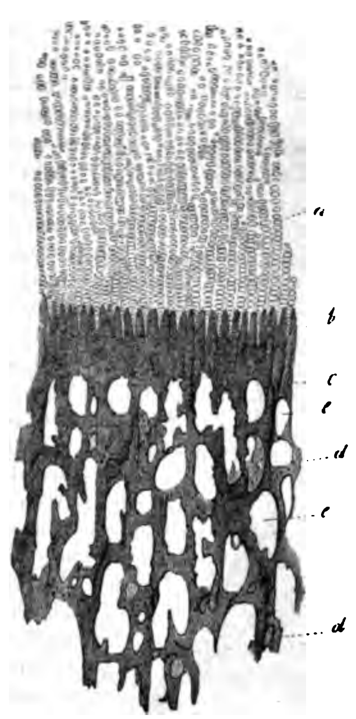


Fig. 153.

Fig. 153. Senkrechter Schnitt aus dem Verknöcherungsrande der Diaphyse des *Femur* eines 2 Wochen alten Kindes, 20mal vergr. *a.* Knorpel, dessen Zellen, je näher dem Verknöcherungsrande, in um so grösseren Längsreihen beisammenstehen. *b.* Verknöcherungsrand; die dunklen Streifen bedeuten die in der Intercellularsubstanz voranschreitende Verknöcherung, die helleren Linien die später verknöchernden Knorpelzellen. *c.* Dichte Knochenlage nahe am Verknöcherungsrande. *d.* Durch Aufsaugung gebildeter Knochensubstanz entstandene *Substantia spongiosa* mit Markräumen *e*, deren Inhalt nicht gezeichnet ist.

Diaphysen. Ueberall zeichnet sie sich durch ihre gelblich durchscheinende Farbe und ihre streifige, scheinbar faserige Grundsubstanz (*Brandt* sah diese auch homogen) von den übrigen wie gewöhnlich bläulich weissen, mit gleichartiger oder feinkörniger Zwischensubstanz versehenen Knorpeltheilen aus.

Eine bemerkenswerthe Erscheinung sind die in verknöchernden Knorpeln auftretenden Gefässe, die von der Mitte des Fötallebens an in vielen derselben, bei einzelnen, wie z. B. den Wirbeln, auch schon früher sich finden, kürzere oder längere Zeit den später auftretenden Knochenkernen vorangehen und ihr Wachsthum begleiten und selbst bei einem 16jährigen Individuum in den Gelenkknorpeln der Epiphysen der langen Röhrenknochen von mir beobachtet wurden, wo sie vom Knochen aus in grosser Zahl senkrecht in den Knorpel eindrangen, sich verästelten und etwas unter der freien Fläche desselben endeten. Die Knorpelgefässe liegen ohne Ausnahme in weiten, schon beim 5monatlichen Fötus 40—90 μ messenden, im Knorpel ausgegrabenen und von länglichen schmalen Knorpelzellen begrenzten Canälen, den Gefässcanälen der Knorpel oder Knorpelcanälen welche vom *Perichondrium* aus, und, wenn schon ein gefässreicher Knochenkern da ist (Diaphysen), auch, obschon in früheren Zeiten wenigstens in geringerer Zahl, von dem Verknöcherungsrande desselben aus in den Knorpel eindringen, in verschiedenen geraden Richtungen unter Abgabe einiger Aeste denselben durchziehen und allem Anscheine nach, ohne Verbindungen untereinander einzugehen, blind und meist kolbig angeschwollen enden. Diese Canäle entstehen durch eine Erweichung der Elemente des Knorpels unter gleichzeitiger reichlicher Vermehrung der Knorpelzellen, ähnlich wie die Markräume der Knochen selbst, enthalten ursprünglich eine aus kleinen rundlichen Zellen zusammengesetzte Bildungsmasse (Knorpelmark), entsprechen, dem fötalen Knorpelmarke, und entwickeln in kurzer Zeit aus dieser wirkliche blutführende Gefässe, und eine aus mehr oder weniger entwickeltem Bindegewebe und später auch aus elastischen Fäserchen gebildete Wand. Die Gefässe selbst anlangend, so finde ich bald nur ein grösseres Gefäss (oft ganz deutliche Arterien mit musculösen Wänden), bald zwei solche, bald Capillaren in verschiedener Zahl in einem Canale, bin jedoch nicht im Stande zu sagen, wie der Kreislauf in diesen Gefässen sich macht. Es müssen entweder Verbindungen der Gefässe verschiedener Canäle sich finden, oder, wenn die letzteren wirklich geschlossen sind, in einem und demselben Canale doch wohl Arterien und Venen vorhanden sein. — Die Bedeutung dieser Knorpelgefässe ist eine doppelte, vor Allem die, den Knorpeln die zu ihrem Wachsthume und ihrer Weiterentwickelung nöthigen Stoffe zuzuführen, und zweitens auch die Verknöcherung zu fördern. Das Erste ist sehr augenfällig bei den dicken Epiphysenknorpeln, die so lange fortwachsen, bevor sie verknöchern und auch später in der Vergrösserung nicht stille stehen und das Letztere vielleicht vorzüglich bei den kurzen Knochen verwirklicht, die erst unmittelbar vor der Verknöcherung Gefässe erhalten.



Fig. 154.

Fig. 154. Oberschenkel eines zwei Wochen alten Kindes, natürliche Grösse. *a. Substantia compacta* der Diaphyse; *b.* Markhöhle; *c. Substantia spongiosa* der Diaphyse; *d.* knorpelige Epiphysen mit Gefässcanälchen; *e.* Knochenkern in der untern Epiphyse.

Hiermit soll nicht gesagt sein, dass ein Knorpel ohne Gefässe nicht wachsen oder nicht verknöchern kann; allein wenn Solches in der That bei Thieren, und vielleicht auch beim Menschen an einigen Orten (beim Auftreten der ersten Verknöcherungspuncte in Diaphysen, derjenigen in den Gehörknöchelchen z. B.), geschieht, so beweist diess noch nicht, dass die Gefässe, wo sie sich finden, für die bezeichneten Vorgänge ohne Bedeutung sind und ist es daher, womit auch *H. Müller* einverstanden ist, nicht zu billigen, wenn man, wie *H. Meyer*, dieselben für etwas Zufälliges, mit der Entwickelung der Knochen nicht in nothwendigem Zusammenhange Stehendes hält.

Obgleich *Schwann* die Bedeutung der endogenen Zellenbildung für das Wachsthum der Knorpel entgangen war, so konnte dieselbe doch den spätern Forschern nicht verborgen bleiben, obschon immer noch Viele nicht zur Annahme derselben sich entschliessen konnten (vergl. *Reichert*, Bindegew. p. 124), und habe ich schon im Jahre 1846 (*Annal. d. sc. nat. p.* 22) das Wachsthum des embryonalen Knorpels allein von der endogenen Zellenvermehrung abhängig gemacht. Für die Knorpel des Ossificationsrandes in *specie* haben wohl zuerst *Todd* und *Bowman* (Phys. Anat. I. p. 121) und ich (Zürch. Mitt. 1847. p. 170) die endogene Zellenvermehrung bestimmt hervorgehoben, und später zeigten dann auch *Virchow* Archiv 1849. III. p. 221) und *H. Meyer* (*Müll.* Archiv 1849) noch besonders, dass die Reihen und Haufen von Knorpelzellen an den genannten Rändern von je Einer Mutterzelle abstammen, womit ich im Wesentlichen übereinstimme, nur dass ich nicht jede Reihe von nur Einer Zelle ableite. Bringt man die Reihen der Knorpelzellen mit der besonderen Richtung der endogenen Zellenbildung in Zusammenhang, so ist es dann wohl ziemlich überflüssig, hier noch von einem »Sich richten« der Knorpelzellen (*Virchow*) oder einer »Verschiebung« (*H. Müller*) zu reden. — Die Bildung der Knorpelcanäle und des Knorpelmarks betreffend, so glaubt *Virchow* (Arch. V. p. 428) in rachitischen Knochen gesehen zu haben, dass während die Knorpelsubstanz und die Knorpelkapseln streifig und trüb wurden, die Knorpelzellen oder Protoblasten grösser und körniger erschienen und eine Vermehrung ihrer Kerne darboten. Diese so veränderte Knorpelsubstanz ging dann allmählich in eine unzweifelhafte Marksubstanz über, die hie und da noch einzelne deutliche Knorpelreste umschloss, während sie zum grösseren Theile aus kleineren und grösseren ein- und mehrkernigen körnigen Zellen und der vorhin erwähnten Grundsubstanz bestand. — Ich kann jetzt, wie *H. Müller*, diese Erfahrungen für gesunde Knochen vollkommen bestätigen, und scheint es auch mir keinem Zweifel zu unterliegen, dass die ursprünglichen kleineren Zellen des Knorpelmarks Alle Abkömmlinge von Knorpelzellen sind, welche durch fortgesetzte Theilungen reichlich sich vermehrten, während zugleich ihre Kapseln und die zwischen denselben befindliche Grundsubstanz sich auflösten. Aus den Zellen des Markes gehen dann durch rasch eintretende Umwandlungen die Gefässe der Knorpelcanäle und ihre bindegewebige Umhüllung hervor. — Diesem zufolge beruht die Entstehung der Knorpelcanäle vorzüglich auf einem am Perichondrium oder an den Diaphysenknochen beginnenden Einschmelzen des Knorpels in bestimmter Richtung, doch scheinen nach *H. Müller* die einmal gebildeten Canäle auch durch Wucherung ihres Inhaltes und Verdrängung der benachbarten Knorpelsubstanz sich auszuweiten.

§. 97.

Umbildung des Knorpels in Knochen. Die erste Umwandlung, die an den Ossificationspuncten des Knorpels auftritt, ist seine Verkalkung durch körnige Niederschläge von Kalksalzen, sogenannte Kalkkrümel, welche in die Grundsubstanz und die Knorpelkapseln sich ablagern, während die Zellen anfänglich noch unverändert bleiben. In den kurzen Knochen und den Epiphysen bildet sich so ein mittlerer Kalkpunct, während in den Diaphysen der langen Knochen in gewissen Fällen zuerst die Oberfläche des Knorpels ringsherum und erst etwas nachher auch das Innere verkalkt. Sind so die ersten Ossificationspuncte angelegt, so dehnt sich dann die Verkalkung des Knorpels bald, wie an den erstgenannten Orten, nach allen Seiten, oder, wie an den Diaphysen, nur nach zwei Seiten weiter aus und gesellen sich bald eine Reihe weiterer Veränderungen dazu, welche nun der Reihe nach im Einzelnen zu besprechen sind.

Diaphysen. Ueberall zeichnet
ihre streifige, scheinbar fa
von den übrigen wie gewöhn
Zwischensubstanz versch
Eine bemerkensw
tretenden Gefässe



stanz macht sich
eckig von Gestalt.
O_2-Entwickelung
n gross, vom unmessbar
nicht gerade nach Zeit und
ssig hier feiner, dort gröber
in der Zufuhr von Nährstof-
kroskopischen Schnitten die
so zeigt sich, dass die Kno-
mit abnehmender Deutlichkeit
darbietet, dann aber allmählich
ziemlich gleichförmiges Ansehen
ursprünglichen Krümel nach und
inzelne Theilchen, das ganze Ge-
ng und verschwinden hiermit als

s den Knorpelzellen anlangend, so
eichneten Objectes für die Beobach-
nochen, die Sache in den wesentlich-
n ergeben aber die Untersuchungen von
ssification aus Knorpel die Knorpelzellen
ergehen, wie diess schon *Bruch*, frei-
send, behauptet hatte, sondern erst mit
und verliert hierdurch meine Beobach-

Untersuchungen von *H. Müller* die Ver-
ssen sich hier folgende Hauptserscheinungen
wie schon angegeben, die Grundsubstanz
dann bilden sich aus den Protoblasten der
Brut von jungen Zellen nach der andern
durch Schmelzung ihrer Zwischenwände in
stanz des Knorpels auch mit zerfällt, wodurch
Markräume, sich bilden. Endlich entsteht aus
arke der Knochen theils die bleibende Kno
teinerten Grundsubstanz des Knorpels sich her
inen Gefässen und anderen Theilen.
in Einzelnen genauer, so ist von der Ossific
s nöthigste schon angegeben. Die Entstehu
ursprünglichen Mar
arks und der
tern sowohl durch Verschmelzung der verkal
sung der Zwischensubstanz zwischen den H
chmelzung der Kapseln zu grösseren Räumen
Knochen äusserst leicht zu beobachten und
Abbildungen wiedergegebenen längeren schon
Fig. 155, welche den schon früher geschild
hen. Aber auch bei Epiphysenkernen und K
sen Einschmelzungsvorgänge leicht nur dass
en von Knorpelkapseln von vorn herein mehr
Mehrzahl der Fälle nun ist dieses Einschmelz
h der erste Vorgang bei der Bildung der Mark
te damit beginnen auch benachbarte solche
ntsteht dann schliesslich das bekanntlich eigen
webe, mit bald mehr länglichen, bald mehr run

...sehen, das überall in einer gewissen Entfernung vom Verkalkungsrande des Knor-
... sehen ist.

... kann bemerkt werden, dass in vielen Knochen gewisse **Markräume** un-
...r **aus Knorpelcanälen sich hervorbilden**, da ein Theil der letz-

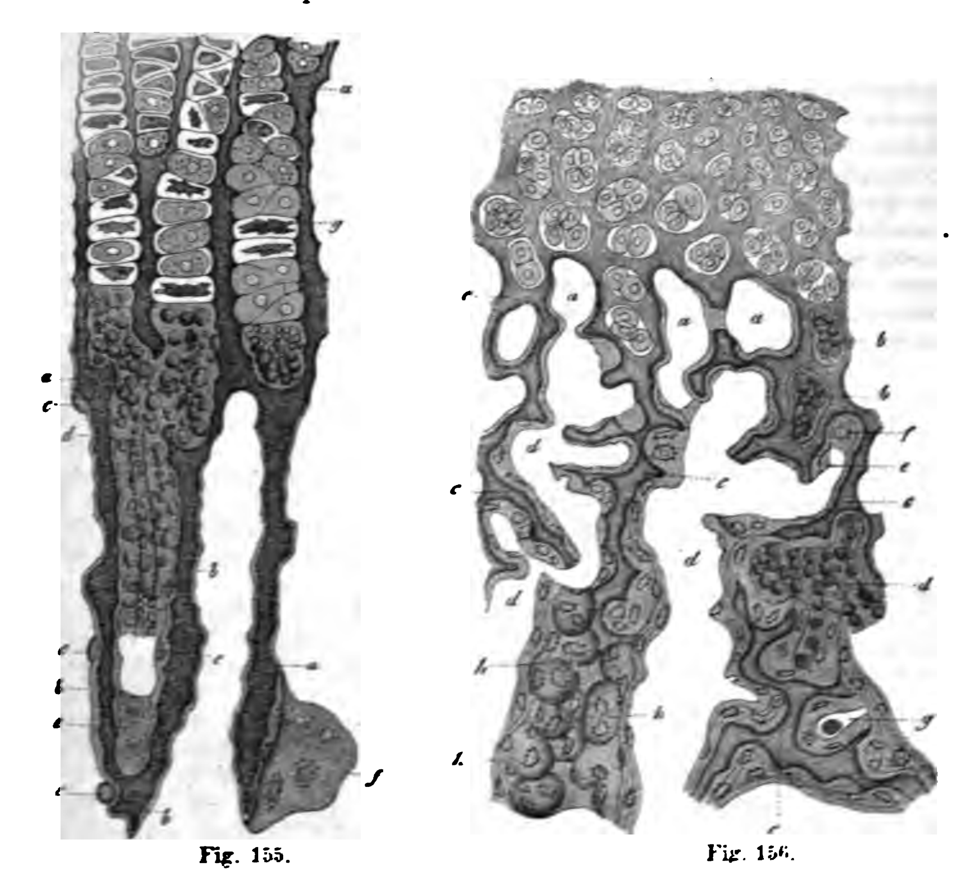


Fig. 155. Fig. 156.

teren am Ossificationsrande unmittelbar mit den Räumen im Knochen in Verbindung steht.

Die **Markräume** enthalten bei ihrer Entstehung ein weiches röthliches Gewebe, das **fötale Mark** oder Bildungsmark. Dasselbe besteht anfänglich aus nichts als aus

Fig. 155. Längsschnitt durch den Ossificationsrand der Diaphyse des *Metatarsus* eines 64,5 cm langen Rindsembryo. *a.* Knorpelgrundsubstanz. *b.* ächte Knochensubstanz. *c.* Markzellen im Uebergang in Knochenzellen. *d.* gefässhaltiges Mark. *e.* zwei Knochenzellen von der Fläche in einer ganz dünnen Lage ächten Knochens. *f.* ein eben solches grösseres Stückchen. *g.* geschrumpfte Protoplasten der Knorpelkapseln. Nach *H. Müller*.

Fig. 156. Längsschnitt durch den Ossificationsrand einer Phalanxepiphyse vom Kalbe. *a.* Kleine Markräume. *b.* ebensolche mit Markzellen, deren Verbindungsstellen mit den andern nicht sichtbar sind. *c.* verkalkte Grundsubstanz des Knorpels. *d.* grössere Markräume, einer mit den Markzellen und dem Blutgefässe, die anderen absichtlich leer gezeichnet. *e.* Markzelle in der Umwandlung in eine Knochenzelle. *f.* geöffnete Knorpelkapsel mit einer scheinbar sie ganz erfüllenden Knochenzelle, die nur an ihrer einen Wand liegt. *g.* theilweise ausgefüllte Knorpelkapseln. *h.* mit Knochenzellen ausgefüllte Reste von Knorpelkapseln von anderer Knochensubstanz umlagert. Chromsäurepräparat 350mal vergr. nach *Müller*.

[illegible] **rundlichen Zellen**, mit einem oder zwei Kernen und leicht [illegible] *Bidder, Rathke, Reichert*, und später auch *Vir-* [illegible] dass sie von den Protoblasten des Knorpels abstammen. In der [illegible] *H. Müller* bestätigen kann, in den Knorpelkapseln der [illegible] sorgfältiger Untersuchung, besonders auch an rachitischen [illegible] von jungen Zellen (Protoblasten), nachweisen, die offenbar [illegible] Knorpelmarks einer lebhaften Vermehrung der Protoblasten der [illegible] Ursprung verdanken und später, wenn die Knorpelkapseln in [illegible] unmittelbar zu den Markzellen werden. Mit der Zeit ent- [illegible] Zellen, die mit den auch bei Erwachsenen in gewissen Knochen [illegible] verwandt sind, zu Bindegewebe, Blutgefässen, Fettzellen [illegible] ausserdem aber auch und vor Allem zu den Bildungszellen der wahren [illegible] welche letztere an die Wände der Markräume oder mit andern [illegible] das aus der Verkalkung des Knorpels hervorgegangene Balkenwerk sich [illegible] Die Bildung derselben geht nach *H. Müller's* Darstellungen, denen ich mich [illegible] anschliesse, gerade so vor sich, wie in den Markräumen der aus Binde- [illegible] entstehenden Knochentheile, indem die osteogenen Zellen oder die Osteo- blasten, wie sie *Gegenbaur* nennt, zu den sternförmigen Knochenzellen auswachsen und gleichzeitig hiermit eine verkalkende gleichartige Zwischensubstanz zwischen denselben auftritt. Ausserdem ist noch das hervorzuheben, dass allem Anscheine nach unter regelrechten Verhältnissen beim Menschen mit Ausnahme des Schlüsselbeins (siehe die Anmerkung) keine Knorpelkapseln zu einer wirklichen Knochenkapsel mit einer eingeschlossenen sternförmigen Zelle sich entwickelt. Die weiteren Schicksale dieser als Auflagerung auf die Reste des verkalkten Knorpels, wie es die Figg. 156 und 157 zeigen, entstandenen ächten Knochensubstanz anlangend, so sind dieselben verschieden. An den Diaphysenenden langer Knochen hat dieselbe, so lange der Knochen wachst, nur vorübergehenden Bestand und wird, sammt den Resten des verkalkten Knorpels nach und nach zur Bildung der grossen Markhöhle verzehrt. Anders bei den kurzen Knochen und den Epiphysenkernen, bei denen immer ein bedeutender Theil der ursprünglichen Ablagerungen sich erhält, auch wenn später, wie z. B. im Innern der Wirbel, grössere Markräume auftreten. Die verkalkte Korpelgrundsubstanz wird in diesem Falle entweder nach und nach ganz aufgesaugt oder es

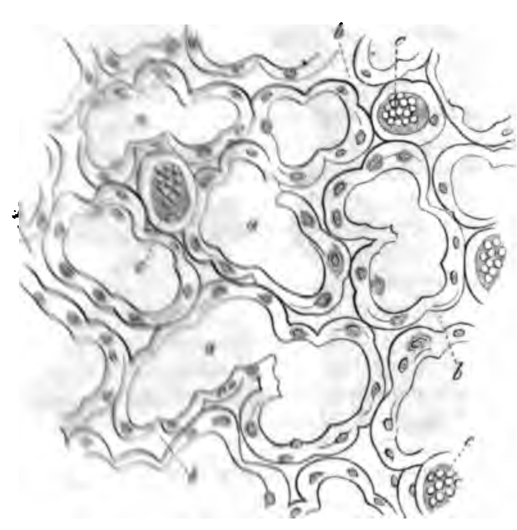


Fig. 157.

Fig. 157. Querschnitt durch die junge Knochensubstanz hinter dem Ossificationsrande der Diaphyse der *Tibia* eines älteren Kalbsembryo. Ausgepinseltes Salzsäure-Chromsäurepräparat 250mal vergr. *a*. Markräume, aus denen die sie ganz erfüllenden Markzellen und Gefässe entfernt sind; *b*. Reste der verkalkten Knorpelgrundsubstanz; *c*. Markräume mit Markzellen. Alles Uebrige ist neu aufgelagerte ächte Knochensubstanz mit sich entwickelnden Knochenzellen, von denen einige noch nicht ganz in die verkalkende Zwischensubstanz eingeschlossen sind.

erhalten sich auch wohl einzelne Reste derselben, wie man diess z. B. hübsch an den Gehörknöchelchen zu beobachten Gelegenheit hat (S. Fig. 5 bei *Müller*).

Die Zellen des Bildungsmarkes, welche nicht zur Entwickelung der ächten Knochensubstanz dienen, werden für den Aufbau der Bestandtheile des reifen Markes verwendet und zwar schreitet die Blutgefässbildung sehr rasch voran, so dass die Knochen kurze Zeit nach der Entwickelung der Markräume auch schon Blutgefässe in denselben haben, langsamer die des Fettes und der Nerven, doch sind zur Zeit der Geburt die letzteren, natürlich mit feineren Fasern als später, in den grossen Röhrenknochen sehr leicht, ja leichter als beim Erwachsenen zu sehen, weil um diese Zeit das Mark sich noch leichter von ihnen und den grossen Gefässen abspülen lässt. Die Fettzellen kommen um diese Zeit nur spärlich vor, vielmehr ist das Mark, wenigstens beim Menschen, noch ganz roth von Blut und den leicht röthlich gefärbten Markzellen. Nach der Geburt mehren sich dieselben nach und nach, bis endlich das Mark in Folge ihrer ungemeinen Zunahme und des Schwindens der Markzellen, die schliesslich alle oder fast alle in die Elemente des bleibenden Markes aufgehen, seine spätere Farbe und Festigkeit annimmt.

Es ist hier der Ort noch etwas über die Bildung der Gelenke und Synchondrosen beizufügen. Erstere entwickeln sich durchaus nicht an allen Orten gleich und sind von vornherein die Gelenke zwischen Deckknochen allein (Unterkiefergelenke) von denen des primordialen Skeletes zu trennen. Bei den letztern findet sich an gewissen Orten, wie diess die Embryologen seit *Rathke* von den Rippen und dem Brustbeine wissen, und wie diess auch *Vogt* für die Phalangen von *Triton* abbildet (*Alytes* Taf. III. Fig. 1), an der Stelle des spätern Gelenkes eine zusammenhängende Knorpelmasse, in welcher dann durch einen Erweichungsprocess eine Höhle sich bildet, während die Randtheile zu den Synovialkapseln sich gestalten. Andere Male liegt, wie *Bruch* (Beiträge p. 42) mit Recht angegeben hat, zwischen den Knorpelenden einfach weiche Bildungssubstanz, wie zwischen den *Ossa tarsi et carpi*, und nach dem, was ich sah, auch zwischen den grossen Extremitätenknochen, durch deren Resorption dann die Gelenkhöhle ebenso entsteht, wie im vorigen Falle, eine Bildungsweise, welche *Luschka* (Halbgelenke S. 6) für die einzig vorkommende hält. Beim Unterkiefer ist von einer ursprünglichen Vereinigung der später eingelenkten Theile keine Rede und findet sich daher hier eine Gelenkbildung, ungefähr wie die, welche in gewissen Fällen pathologisch zu beobachten ist. — Von Synchondrosen ist die Entwickelung derer des Beckens, die eine Art Gelenke darstellen, nach dem Gesagten klar. Von denjenigen der Wirbel ist Folgendes zu bemerken. Um die Chorda gestaltet sich bei sehr jungen Embryonen eine Bildungsmasse (äussere Scheide, *Rathke*), deren Zellen bald mit Ausnahme einer oberflächlichen in Bindegewebe übergehenden Schicht zu Knorpelzellen werden. Diese unterscheiden sich bald durch ihre Anordnung, so dass Wirbelkörperanlagen und Verbindungsmassen derselben zu unterscheiden sind, und wird dieser Unterschied dadurch bald grösser, dass in letzteren die Grundsubstanz streifig wird und die Chorda zu rundlichen Anschwellungen heranwächst. Aus diesen entsteht, wie schon angegeben, der spätere Gallertkern wenigstens grösstentheils, während die faserknorpeligen Theile der Ligamente zu der Hauptfasermasse derselben sich umwandeln, dadurch dass die Grundsubstanz mehr oder weniger entschieden sich zerfasert, während die Zellen z. Th. zu sternförmigen Saftzellen auswachsen. Mithin hat die Hauptmasse der Ligamente die Bedeutung von ächtem Knorpel und sind nur die oberflächlichsten Lagen, das ursprüngliche Perichondrium, wirklich Bindegewebe.

Meine Erfahrungen über die Bildung der Knochenzellen bei der Rachitis sind immer noch von Belang und bringe ich hier das auf sie Bezügliche bei. Die Knochenzellen bilden sich hier, wie es schon *Schwann* als möglich und *Henle* als Vermuthung aufstellten, ähnlich wie die verholzten Pflanzenzellen mit Poren- oder Tüpfelcanälchen, aus den Knorpelkapseln durch Verdickung und Verknöcherung ihrer Wand unter gleichzeitiger Bildung

von canalartigen Lücken in derselben, während zugleich die von ihnen eingeschlossenen Protoblasten zu den sternförmigen Gebilden auswachsen, welche die späteren Knochenhöhlen erfüllen. Bei rachitischen verknöchernden Diaphysen (s. Fig. 39 und m. Mikr. Anat. II. 1. Fig. 112) lässt sich dieser Vorgang aufs Schönste beobachten. Verfolgt man die reihenweise gestellten, hier grösseren Knorpelkapseln des Ossificationsrandes von aussen nach innen, so findet man bald, dass dieselben da, wo die Ablagerung der Kalksalze, die meist ohne Kalkkrümelbildung zu Stande kommt, beginnt, statt ihrer nur durch eine einzige, mässig starke Linie bezeichneten Hülle eine dickere Membran zeigen, die auf der innern Seite zarte Einkerbungen besitzt. Hat derselbe nur 2,2 μ Dicke erreicht, so erkennt man schon, dass die Höhlen der Knorpelkapseln in die Knochenhöhlen sich umzuwandeln im Begriffe sind, und noch deutlicher wird dieses, wenn man weiter nach dem Knochen zu die Dicke der besagten Membranen unter gleichzeitiger Verkleinerung der Höhlung der Zellen immer mehr zunehmen, die Kerben ihrer innern Begrenzungslinie schärfer hervortreten und zugleich mit dem Vorschreiten dieser Veränderungen auch die Wandungen durch Aufnahme von Kalk immer dünkler werden sieht. Die späte Verknöcherung der Grundsubstanz zwischen den Kapseln erleichtert die Beobachtung aller dieser Veränderungen sehr und erlaubt nicht bloss die ersten Umwandelungen der Knorpelkapseln ganz genau zu erforschen, sondern auch die Zustände derselben in späteren Zeiten, wo sie schon Knochenkapseln und Knochenhöhlen genannt werden müssen, Schritt für Schritt zu verfolgen. Diesem Umstande allein ist es zuzuschreiben, dass sich hier auch noch die nicht unwichtige Thatsache feststellen lässt, dass Knorpelkapseln, die Tochterzellen in sich schliessen, in ihrer Gesammtheit in eine einzige zusammengesetzte Knochenkapsel übergehen. Sehr häufig finden sich solche mit zwei Höhlen, die je nach dem Grade der Entwickelung bald weit und mit kurzen Ausläufern versehen sind, bald durch enge Höhlungen und lange Canälchen ganz an ausgebildete Knochenhöhlen erinnern; seltener sind zusammengesetzte Kapseln mit 3, 4 und 5 Höhlen, doch kommen auch solche hie und da fast in jedem Schnitte vor. In allen diesen Knorpelkapseln und in den aus ihnen hervorgehenden Knochenkapseln nun ist der Rest des ursprünglichen Zelleninhaltes sammt dem Zellenkerne oder der Protoblast enthalten. Da derselbe an ganz frischen Stücken die Höhlung der Knorpelkapseln genau ausfüllt, so wird er wohl schon von Anfang an durch zarte Fortsätze in die Porencanälchen der verdickten Kapsel hineinragen, doch ist es mir noch nicht gelungen, denselben in den früheren Zeiten als sternförmiges Gebilde zur Anschauung zu bringen, während diess in den spätern durch Erweichung in Salzsäure äusserst leicht gelingt.

Dem in diesem §. Bemerkten zufolge ergibt sich das überraschende Resultat, dass keine einzige Knorpelkapsel des Ossificationsrandes unmittelbar zu einer sternförmigen ächten Knochenzelle wird, und diese vielmehr erst aus den Abkömmlingen der primordialen Knorpelzellen und zwar in derselben Weise wie bei der Bildung der Lamellen der *Havers*ischen Canäle sich entwickeln. — *Sharpey* ist der erste, der von diesen Verhältnissen gewusst hat, denn er behauptete schon seit langem, dass der Knorpel nur eine provisorische Bedeutung für die Knochenbildung habe (*Quain's Anatomy*). Dieser Auffassung schloss sich später auch *Bruch* an, indem er den Satz aufstellte, dass aus dem Knorpel nie Knochenhöhlen mit Ausläufern, sonder nur einfache Lücken, die zuweilen noch eine geschrumpfte Knochenzelle enthalten, sogenannte primordiale Knochenkörper entstehen, doch enthält die Abhandlung dieses Verfassers keine überzeugenden Beweise für diese seine Behauptung und findet sich namentlich in derselben nichts, was geeignet wäre, die Bedenken zu entkräften, welche ich gegen diese Aufstellung erhob (Handb. 2. Aufl. p. 262). Obschon ich zugab, dass, wie ich es übrigens schon vor *Bruch* beschrieben hatte, in junger Knochensubstanz viele Knorpelzellen aufgesaugt werden, ohne je ächte Knochenzellen geworden zu sein (1. Aufl. p. 245), und auch schon früher (1. Aufl. p. 251) angegeben hatte, dass auch in der aus Knorpel entstehenden schwammigen Substanz später secundäre Ablagerungen vorzukommen scheinen, so konnte ich doch nicht umhin, darauf aufmerksam zu machen, dass auch die aus Knorpeln hervorgegangene schwammige Substanz der Apophysen und der inneren Theile der Wirbel und kurzen Knochen überhaupt ächte strahlige Knorpelhöhlen enthält, und schien es mir desswegen unzweifelhaft, dass auch Knorpelzellen unmittelbar zu solchen sich gestalten können, um so mehr, da auch meine Beobachtungen an rachitischen Knochen, die *Rokitansky* und *Virchow* bestätigt hatten, das Vorkommen einer solchen Entwickelung bewiesen. Nun hat aber *H. Müller* durch neue und mit grosser Sorgfalt gemachte Untersuchungen an mit Chromsäure behau-

delten Knochen diese Einwürfe beseitigt, indem er zeigte, dass, wovon *Bruch* keine Ahnung hatte, die ächten Knochenzellen nicht unmittelbar aus den Knorpelkapseln, sondern aus der von ihnen erzeugten jungen Brut oder den Markzellen sich entwickeln. Ich selbst habe zuerst durch *Müller's* Präparate, dann aber auch durch eigene, der Wichtigkeit der Sache entsprechend sorgfältig angestellte Untersuchungen, mir die Ueberzeugung verschafft, dass *Müller's* Darstellung in allen Hauptpuncten vollkommen richtig ist und ist jetzt diese Angelegenheit, da zu weiteren Untersuchungen *H. Müller's* auch die Zeugnisse vieler anderer Forscher, vor Allem von *Bruch*, *Gegenbaur*, *Waldeyer*, *L. Landois* dazugekommen sind, trotz der Widersprüche von *Lieberkühn*, der immer noch eine unmittelbare Umwandlung des Knorpels in Knochen vertritt, im Wesentlichen als erledigt zu betrachten. — Noch bemerke ich, dass die schönsten und überzeugendsten Bilder zu Gunsten *H. Müller's* Auffassung von den Knochen gewisser Fische zu erhalten sind, unter denen ich vor Allem *Amia* und *Polypterus* namhaft mache, bei denen die verkalkte Knorpelmasse sehr lange sich erhält und das Verhalten des ächten Knochens zu ihr äusserst deutlich sich darstellt.

Es bleiben übrigens immer noch mehrere Puncte weiter zu untersuchen. Vor Allem die Entwickelung der ächten Knochensubstanz. Untersucht man die jungen Markräume hinter den Ossificationsrändern, so findet man dieselben anfänglich ganz und gar mit rundlichen Zellen erfüllt und von Zwischensubstanz keine Spur. Die jungen Knochenlamellen enthalten nun aber entschieden Zwischensubstanz und Zellen, und es bleibt demnach nichts anderes übrig als anzunehmen, dass die Markzellen die Zwischensubstanz ablagern, während immerfort die äussersten derselben in Knochenzellen übergehen. Wie diess letztere geschieht, ist auch noch nicht ganz klar. Pinselt man feine Schnitte erweichter wachsender Knochen aus — was beiläufig gesagt ein vortreffliches Verfahren ist, um die eigentlichen Vorgänge der Knochenbildung zu erforschen — so findet man sehr häufig einzelne Markzellen in verschiedenen Graden aus der eben entstandenen Knochengrundsubstanz hervorragen und findet dieselben an der festsitzenden Seite mit kurzen Spitzchen versehen, während sie an der andern noch ganz glatt sind. Liegen dieselben einmal ganz in einer sich bildenden Knochenlamelle drin, so zeigen sich die Zacken rings herum und bald, d. h. weiter nach innen, treten die ächten sternförmigen Knochenzellen auf. Somit sind die Zellen nicht vorher schon sternförmig, sondern werden diess erst zur Zeit ihrer Einschliessung in die verkalkende Grundsubstanz und bilden sich dann in dieser erst ganz aus, so dass sie zuletzt selbst unter einander zusammenhängen, ein Vorgang, der in seinen Einzelheiten noch nicht zu überschauen ist, aber auch von *Bruch* und *Gegenbaur* wesentlich in derselben Weise aufgefasst wird. Anderer Ansicht ist *Waldeyer*, denn er lässt die Knochengrundsubstanz aus den peripherischen Theilen der osteogenen Zellen selbst hervorgehen, so dass somit die Knochenzellen nur Reste der ursprünglichen Osteoblasten wären. Die Entscheidung ist an manchen Orten nicht leicht, doch scheinen mir folgende Thatsachen entschieden gegen *W.* zu sprechen. Erstens sind die Knochenzellen in junger eben gebildeter Knochensubstanz oft nicht kleiner als die Osteoblasten. Zweitens sind die Entfernungen der Knochenzellen von einander meist der Art, dass man namentlich auch unter Berücksichtigung ihrer Grösse nicht annehmen kann, dass die Zellen allein die Grundsubstanz des Knochens geliefert haben. Freilich gibt es auch Fälle, wie *Waldeyer* richtig gesehn hat, in denen im Knochen Zelle dicht an Zelle sich befindet, allein solcher Knochen hat dann auch nur eine äusserst geringe Menge von Grundsubstanz. Drittens endlich scheiden die Osteoblasten an bestimmten Orten (siehe unten) ohne ihre Gestalt und Grösse irgendwie zu ändern zuerst eine zellenlose Knochengrundsubstanz ab, an welche dann erst nachträglich zellenhaltige Lamellen sich anreihen, in welchem Falle (s. Fig. 166) doch unmöglich angenommen werden kann, dass die fraglichen Lamellen und Balken aus verkalkten Theilen der Zellenleiber bestehen.

Die Bedeutung der Zellen anlangend, die zu ächten Knochenzellen werden, bemerke ich folgendes. Wenn ich auch *Müller* zugebe, dass diese Zellen oft in keiner oder in nur sehr entfernter Beziehung zu dem verkalkten Knorpel stehen, in dessen Markräumen sie zu Knochenzellen sich gestalten, wie namentlich in gewissen Gegenden der Knorpel, die schon vor der Verkalkung Mark und Gefässcanäle enthalten, so ist doch nicht zu verkennen, dass in ebenso vielen Fällen die osteogenen Zellen die unmittelbarsten Abkömmlinge der Protoblasten der verkalkten Knorpelkapseln sind, an deren Innenwände sie als Knochenzellen sich ansetzen. Diess ist meiner Meinung zufolge für die meisten Fälle nicht zu bezweifeln, in denen die Knorpelkapseln nur durch enge Verbindungsöffnungen mit grösseren Mark-

räumen zusammenhängen, wie auch in Fig. 155 einige vorkommen, und möchte auch noch in manchen andern sich finden. Es geht hieraus hervor, dass der Unterschied zwischen der ältern und neuern Anschauung nicht so gross ist, als er vielleicht auf den ersten Blick erschien, indem es doch häufig die nächsten Abkömmlinge (der 2., 3., 4. Zeugung) der verkalkenden Knorpelzellen sind, die die Rolle osteogener Zellen übernehmen; man vergesse jedoch nicht, dass das Hauptgewicht darauf zu legen ist, dass, während die frühere Anschauung geschlossene Knorpelkapseln mit eingeschlossenen Protoblasten nach Art verholzender Pflanzenzellen zu Knochenkapseln werden liess, nach *Müller* die Protoblasten (Knorpelkörperchen) allein es sind, die, sternförmig auswachsend, zu Knochenzellen sich gestalten. Bei dieser Auffassung tritt auch die die Zellen umschliessende Knochengrundsubstanz in keine nähere Beziehung zu den einzelnen Zellen, während sie früher einem guten Theile nach als Verdickungsschicht der Knorpelkapseln und als verknöcherte Wand derselben erschien

Die osteogenen Zellen oder Osteoblasten (*Gegenbaur*) bedürfen noch in anderer Beziehung einer Beleuchtung. Eben gebildete Markräume in verkalkter Knorpelsubstanz eines Ossificationsrandes sind anfänglich von einer gleichmässigen Masse rundlicher Zellen (Protoblasten erfüllt und lässt sich zuerst nicht erkennen, welche Zellen auf die Bildung des Knochens, welche auf diejenige des Markes Bezug haben. Sehr bald macht sich jedoch in jedem Markraume ein Unterschied zwischen einer oberflächlichen und einer inneren Zellenlage bemerklich und geht die erstere nach und nach in eine epithelartige Schicht über, während die innern Zellen z. Th. in Bindesubstanz und Gefässe sich umbilden, z. Th. als rundliche Elemente verharren. Die epithelartigen Zellen nun, deren besondere Anordnung *R. Maier* zuerst gesehen und *Gegenbaur* bestimmt hervorgehoben hat, sind die eigentlichen osteogenen Zellen oder Osteoblasten (*Gegenbaur*), doch ist es schwer, eine Beschreibung derselben zu geben, da sie sowohl in Grösse als Form ungemein schwanken. Im Mittel messen dieselben 20—30 μ, doch können sie einerseits 15 μ, anderseits 60—80 μ und mehr betragen. Der Form nach sind dieselben rundlich oder meist polygonal, aber seltener regelmässig, so dass sie Elementen des Pflaster- oder Cylinderepithels gleichen, sondern meist verschiedentlich verzogen, auch kegel- und selbst spindelförmig. Eine Membran ist an diesen Osteoblasten nicht wahrzunehmen, vielmehr bestehen dieselben ganz und gar aus einem feinkörnigen Protoplasma mit einem oder zwei Kernen. Auch vielkernige Zellen (Myeloplaxen *Robin*) ähnlich denen in jungem Knochengewebe, das nicht aus Knorpel hervorgeht (s. Fig. 3), finden sich in gewissen geringeren Grössen. — Wie die kleineren Osteoblasten zur Bildung der Knochensubstanz sich verhalten, wurde oben schon erwähnt und will ich daher nur noch in Betreff der vielkernigen Zellen, die in ihrer Entwickelung leicht auf die einkernigen Zellen zurückzuführen sind, hervorheben, dass dieselben wenigstens z. Th. ebenfalls in Knochenzellen sich umwandeln, und zwar gehen dieselben in eigenthümliche buchtige grössere Gebilde über, die man füglich zusammengesetzte Knochenzellen heissen kann, da dieselben



Fig. 158.

Fig. 158. Aus der Diaphyse des Femur eines 16jährigen, 1,35 Cm vom Knorpelende entfernt. Von der Grenze der Periostablagerungen. Vergr. 230. *a.* Reste verkalkter Knorpelgrundsubstanz. *b.* Primitive Knochenablagerungen. *c.* Später gebildete Knochensubstanz.

ganz den Anschein gewähren, als ob sie aus 4–6 verschmolzenen Knochenzellen beständen. Ich bin übrigens nicht gemeint zu behaupten, dass alle vielkernigen Osteoblasten in dieser Weise sich umwandeln, und ist es mir gedenkbar, dass gewisse derselben in kleinere Elemente zerfallen, bevor sie an der Knochenbildung sich betheiligen.

Die Schicksale des verkalkten Knorpels sind noch nicht so aufgeklärt als es wünschbar wäre. So finde ich an den Diaphysen von Röhrenknochen noch bei 16jährigen in bedeutender Entfernung vom knorpeligen Ende eine besondere Zone von verkalkter Knorpelgrundsubstanz und früh gebildetem ächtem Knochen, die mit grösseren und kleineren Nestern ziemlich genau an der Grenze gegen die Periostablagerungen geradlinig verläuft und allerseits von gut ausgebildeter lamellöser Knochensubstanz begrenzt wird (Fig. 158), und so mögen auch noch an andern Orten Reste der primitiven Bildungen lange sich erhalten, wie denn auch schon *Tomes* und *de Morgan* und auch *H. Müller* auf solche Stellen die Aufmerksamkeit gelenkt haben.

Wenn schon in weitaus der Mehrzahl der Fälle beim Menschen und bei Thieren der ossificirende Knorpel keinen Antheil an der Bildung des ächten Knochens nimmt, wie *H. Müller* mit Recht behauptet, so gibt es doch Beispiele von der Bildung eines Knochengewebes mit sternförmigen Zellen direct aus Knorpel, in derselben Weise, wie ich diess an rachitischen Knochen entdeckte. Es gehören hierher nach *Lieberkühn's* (Monatsb. d. Berl. Akad. Febr. 1861, und meinen (Ds. Handb. 4. Aufl.) Erfahrungen die Geweihe von Rehen und Hirschen, ferner nach *Gegenbaur* (Unters. z. vergl. Anat. d. Wirbelth. 2. Heft 1865. St. 5—17) die *Clavicula* des Menschen und der Stirnzapfen der Rinder. Es ergibt sich somit, dass zwischen verkalktem Knochen und ächtem Knochen keine so scharfe Grenze besteht, wie *H. Müller* anzunehmen geneigt war, und kann noch daran erinnert werden 1) dass im Knorpelknochen der *Plagiostomen* auch zackige Höhlen vorkommen und 2) dass die nicht knorpelig vorgebildeten Knochen nicht nothwendig sternförmige Höhlen führen, wie die Schuppen und Knochen mancher Fische und das Cement von *Hydrochoerus* lehrt.

Die chemischen Untersuchungen über die verschiedenen ossificirenden Gelenke und Knochenarten sind bis anhin noch sehr lückenhaft. Auf jeden Fall ist *Lieberkühn's* Behauptung, dass an die Stelle des Chondrin bei der Ossification des Knorpels leimgebende Substanz trete, vorläufig durch nichts gerechtfertigt und muss ich namentlich die von den Wirbeln am *Galeus* hergenommenen Beweise *L.'s* als nicht stichhaltig bezeichnen. Ich habe die Entwickelung dieser Wirbel schon seit langem ausführlich beschrieben und nachgewiesen, dass ihre Hauptmasse nicht aus Knorpel hervorgeht, Angaben, die durch eine einfache Behauptung *L.'s* nicht umgestossen werden.

§. 98.

Elementarvorgänge bei den Ablagerungen aus dem Perioste. Das Periost der knorpeligvorgebildeten Knochen ist verhältnissmässig sehr dick und gefässreich und besteht schon vom fünften Fötalmonate an aus gewöhnlichem Bindegewebe und feinen elastischen Fasern, von denen die letzteren mit der Zeit immer stärker werden und hie und da die Natur elastischer Fasern annehmen. An der innern Seite dieser ganz ausgebildeten Beinhaut nun sitzt ossificirendes Gewebe (*Blastème sous-périostal Ollier*) fest am Knochen anhaftend (Fig. 159 *B*), so dass es beim Abziehen derselben meist an ihm liegen bleibt, als eine mässig dicke, weiche, weissgelbliche Lamelle, in der die mikroskopische Untersuchung ein Fasergewebe mit nicht gerade besonders deutlicher Fibrillenbildung, etwa wie unreifes Bindegewebe, und körnige, länglichrunde oder runde kernhaltige Zellen (Osteoblasten) von 13—22μ Grösse nachweist. Hebt man diese Lamelle von dem Knochen ab, so findet man, dass sie sehr innig mit den oberflächlichsten Schichten desselben zusammenhängt und trifft an ihrer inneren Seite gewöhnlich einzelne losgelöste Knochenbruchstücke und zerstreut stehende Häufchen von röthlichem, weichem Mark aus den oberflächlichsten Knochenräumen. Der entblösste Knochen hat, wenn die Ablösung vorsichtig und mit Glück erfolgte, eine rauhe, wie grubige Oberfläche, mit vielen markhaltigen Räumen und ist in seinen äussersten Theilen auf grössere oder kleinere Strecken noch ganz weich,

blassgelb und durchscheinend, weiter nach innen dagegen immer fester und weisslicher, bis er endlich das gewöhnliche Ansehen fertiger Knochensubstanz annimmt. Frägt man, wie die hier unzweifelhaft stattfindende Knochenbildung zu Stande kommt, so wird man auf das angegebene weiche Gewebe verwiesen, dessen in bindegewebartige Fasern eingestreute Zellen mit Knorpelkapseln nicht die mindeste Aehnlichkeit haben, sondern den im vorigen §. beschriebenen osteogenen Zellen vollkommen gleichen. In der That ist es nun nicht so schwer nachzuweisen, dass die äussersten, noch weichen Knochenlamellen mit ihren einzelnen Balken und Vorsprüngen in besagtes Gewebe übergehen und dass 1) die Grundsubstanz des Knochens aus dem Fasergewebe desselben durch einfache gleichmässige Ablagerung von Kalksalzen, jedoch, wie es scheint, in der Regel ohne vorheriges Auftreten von Kalkkümeln entsteht, und 2) die Knochenzellen aus den Zellen des Bildungsgewebes sich hervorbilden: doch lässt sich in Betreff der letzteren die Umwandlung nicht so leicht Schritt für Schritt verfolgen. Nach *Virchow's* Entdeckung, welche ich vollkommen bestätigen kann, werden diese Zellen nach und nach sternförmig und wandeln sich so, wenn die Grundsubstanz ossificirt, unmittelbar in die sternförmigen Knochenzellen um. In Betreff der Entwickelung des ossificirenden Gewebes selbst, so ist dasselbe auf die ersten embryonalen Zellen zurückzuführen, welche nach und nach eine Zwischensubstanz zwischen sich abscheiden, die später faserig wird. Dasselbe wächst ähnlich junger Bindesubstanz an seiner äussern Seite auf Kosten der besagten runden Zellen, die beständig sich vermehren und immer neue Zwischensubstanz zwischen sich ablagern, wofür natürlich das Periost den Stoff liefert und erleidet nach innen zu beständig Umwandlungen, welche dasselbe schliesslich in Knochen überführen. Von den Zellen wandelt sich hierbei ein Theil in die Knochenzellen um, während ein anderer in seiner ursprünglichen Form verharrt und zum Mark der jungen Knochenlagen wird.

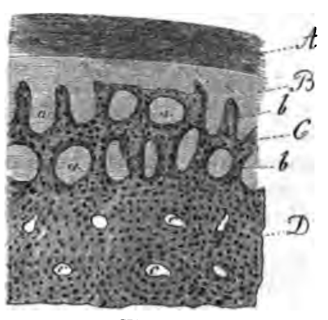


Fig. 159.

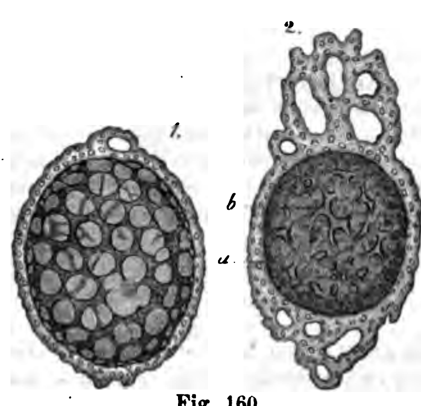


Fig. 160.

Die Knochenbildung in dem erwähnten Gewebe findet sich zwar an allen Stellen, wo dasselbe mit dem Knochen in Verbindung ist, hat jedoch, abgesehen von den allerersten Ablagerungen aussen an eben ossificirenden Knorpeln, nicht in zusammenhängenden, sondern in netzförmig durchbrochenen Lamellen

Fig. 159. Querschnitt aus der Oberfläche der Diaphyse des *Metatarsus* des Kalbes, 45mal vergr. *A*. Periost. *B*. Ossificirendes Gewebe. *C*. Junge Knochenlage mit weiten Räumen *a*, in denen Reste des ossificirenden Gewebes sitzen, und netzförmig verbundenen Balken *b*, die ziemlich scharf gegen *B* sich abgrenzen. *D*. Entwickeltere Knochenlage mit *Havers*ischen Canälen *c*, die von ihren Lamellen umgeben sind.

Fig. 160. Querdurchschnitte durch die Rippe eines 3monatlichen Embryo. Geringe Vergrösserung. 1. Stelle mit dünner Periostverknöcherung und ganz verkalktem Knorpel. 2. Eine weiter vorgeschrittene Stelle mit grösstentheils von Mark *a* vertretener Knorpelverkalkung, von der bei *b* noch Reste dasind. Die Periostablagerung mit flügelförmigen Anhängen mit Markräumen. Nach *H. Müller*.

statt. Die rundlichen oder länglichen Räume (Fig. 159 *a*), **die von Anfang an zwischen dem Knochengewebe übrig** bleiben und in den verschiedenen Schichten mit **einander in Gemeinschaft** stehen, sind nichts als die A n l a g e n der *Havers*ischen **oder G e f ä s s c a n ä l c h e n** der festen Substanz, und enthalten weiches röthliches **Mark, das offenbar anfänglich** nichts anderes ist als der nicht ossificirende Theil des **knochenbildenden Gewebes**, jedoch bald mehr Bildungszellen als Zwischensubstanz **führt. Sehr bald gestalten** sich die Zellen dieser Räume zu gewöhnlichen leicht röthlichen **Markzellen, von denen** die oberflächlich liegenden als Osteoblasten sich erhalten, **während die innern zum** Theil in Bindesubstanz und Gefässe sich umwandeln, welche **mit denen der innern** Theile des Knochens und namentlich auch mit denen des Periostes **sich in Verbindung** setzen und einmal mit den letzteren vereint, während des **ganzen Dickenwachsthumes** der Knochen mit ihnen in Verbindung bleiben, so dass die **Bildung der Knochenlücken** wenigstens später durch dieselben vorgezeichnet ist, die, **dem Gesagten zufolge**, aus der Beinhaut durch **das ossificirende Gewebe** zum Knochen gehen. **Neben gewöhnlichen einkernigen** Osteoblasten **enthalten die Knochenräume** der Periostablagerungen **auch noch** die oben schon erwähnten m e h r k e r n i g e n und vielgestalteten Protoblasten (Myeloplaxen *Robin*), deren Grösse hier z. Th. eine sehr bedeutende ist.

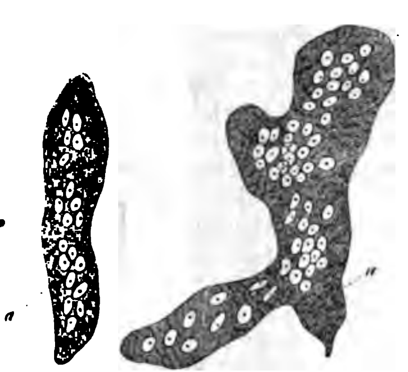


Fig. 161.

Die Periostablagerungen, die, dem Gesagten **zufolge als siebförmig** durchbrochene Lamellen, **die aus Knorpel** entstandenen Knochenkerne **umlagern** (Fig. 160), dauern nun, so **lange die Knochen** überhaupt wachsen, wesentlich **in derselben Weise** fort und bewirken die D i c k e n z u n a h m e derselben, zugleich ergeben **sich aber auch** mehr oder minder wesentliche **Veränderungen** in ihnen und zwar die bedeutendsten in den g r o s s e n R ö h r e n k n o c h e n. **Bei diesen** finden wir, dass nach und nach, und zwar von der Geburt an **deutlicher, im Innern** eine grosse Höhle, anfangs mit fötalen Markzellen und später **mit fertigem Marke** erfüllt, sich entwickelt. Diese Markhöhle bildet sich ganz nach **Art der schon** im vorigen Paragraphen beschriebenen Markräume durch Verflüssigung **der Knochensubstanz** im Mittelstücke und zwar zuerst nur der aus der primitiven **knorpeligen Anlage** entstandenen unvollkommenen Knochenmasse (des verkalkten **Knorpels**) (Fig. 160, 2), bald auch der aus dem Perioste auf dieselbe aufgelagerten **ächten Knochensubstanz**, und entwickelt sich bemerkenswerther Weise immer weiter, **so lange der Knochen** überhaupt wächst. Mithin wird, ähnlich wie an den Enden der **Diaphysen**, so auch in der Mitte derselben, w ä h r e n d ä u s s e r l i c h i m m e r n e u e r K n o c h e n s i c h a n l e g t, d e r s c h o n g e b i l d e t e v o n i n n e n h e r f o r t w ä h r e n d a u f g e l ö s t, und zwar verbinden sich diese beiden Vorgänge so, dass der **Knochen während** seiner Entwickelung gewissermassen m e h r m a l s s i c h w i e d e r e r z e u g t und z. B. die Diaphyse eines fertigen *Humerus* kein Theilchen der Knochensubstanz derjenigen des Neugebornen und diese Nichts von der des dreimonatlichen Embryo enthält. Am deutlichsten werden diese Verhältnisse, so wie überhaupt die der Periost- und Knorpelablagerungen zu einander, durch ein Schema (Fig. 162), dessen ich mich schon längst bei meinen Vorträgen bediene. Vergleichen wir hier den ursprünglichen Knochen EE mit dem fast fertigen E^4E^4, so zeigt sich, dass beim Längenwachsthume der Diaphyse des letzteren auf beiden Seiten auf Rechnung des

Fig. 161. *a*. Eigenthümliche granulirte Zellen mit vielen Kernen aus den jüngsten Markräumen der platten Schädelknochen des Menschen, 350mal vergr.

Knochen.

... Kegel von Knochenmasse, 1, 2, 1¹, 2¹ ... kann schliesslich die ebenfalls im Knorpel ... anschliessen, während beim Dickenwachs... der Mitte immer dicker werdenden röhren... Schichten P, P¹, P², P³ dazugekommen ... An einem solchen Röhrenknochen hat demnach ... gesammte, aus Knorpel hervorgegangene Theil ... Gestalt eines Doppelkegels mit abgerundeten ... flachen, der aus dem Perioste abgelagerte 1, 2, ... 2² und 1¹, 2¹, 3¹, 1¹, P³ die einer langen, in ... Mitte dicksten Röhre ähnlich einem langgestreck... hohlen Fischwirbel mit trichterförmig vertieften ... Endflächen. Der Gelenkknorpel G ist der nicht ver... knöcherte Rest des Epiphysenknorpels und die in der ... Figur nicht bezeichnete Markhöhle (man kann sich ... dieselbe ungefähr durch die Umrisse des vierten Kno... chens E³E³ angedeutet denken) ist entstanden durch Auflösung der gesammten aus Knorpel und Periost entstandenen Knochenmassen der Diaphysen der jüngeren Knochen, hier der ersten drei EE, E¹E¹ und E²E².

Bei den Röhrenknochen ohne Markhöhle und bei allen anderen Knochen, die im Innern nur schwammige Substanz enthalten, geht die Auflösung der jungen Knochensubstanz lange nicht so weit wie in den eben beschriebenen Fällen, d. h. nur bis zur Erzeugung eines lockeren schwammigen Gewebes im Innern, und finden wir daher z. B. in den Wirbeln, auch von den früheren Knochenanlagen, selbst von denen, die aus der Ossification von Knorpel in oben geschilderter Weise hervorgingen, noch mehr oder minder bedeutende Reste. Immerhin betrifft die Aufsaugung auch hier nicht bloss die aus dem Knorpel gebildeten Kerne, sondern auch die Periostablagerungen, von denen nur die letzten mehr in ihrer ursprünglichen Form als *Substantia compacta* dieser Knochen stehen bleiben.

Die *Havers*ischen Canäle entstehen, wie aus dem Bisherigen zur Genüge hervorgeht, nicht wie ... der aus Knorpeln ossificirenden primären Knochensubstanz durch ... vorhandenen Gewebes, sondern sind nichts anderes als in den ... Ablagerungen ursprünglich offenbleibende Lücken. Die... (siehe auch *Valentin*, Entw. p. 262) in früher Zeit eine verhältniss... Grösse, so im *Humerus* von fünf Monaten 36—51 μ, beim Neu... p. 78) im *Femur* 22—51 μ, ebenso in den jüngst gebildeten

... des Wachsthums eines Röhrenknochens. *B*. Erste Anlage in der ... mit knorpeligen Epiphysen. *A*. Derselbe Knochen mit noch vier ... PP¹ ... E¹P¹P¹E², E²P²P²E³, E³P³P³E⁴. P P¹P²P³ Periostablagerungen ... Das zwischen 1, 2, 3, 4 und 1¹, 2¹, 3¹, 4¹ Befindliche bezeichnet den ... ersten Knochen aus Knorpel entstanden ist. E¹E¹ knorpelige Epiphysen ... E E² Epiphysen des dritten Knochens, die eine mit einem Knochen... Epiphysen des vierten und fünften Knochens, alle mit grösseren Epiphy... Gelenkknorpel. *I K*. interstitieller Knorpel zwischen den knöchernen Epi... Diaphysen

Ablagerungen auch der späteren Perioden und sind in Bezug auf ihren Inhalt schon besprochen. Der wichtigste von ihnen noch zu erwähnende Umstand ist die Art und Weise, wie ihre Lamellensysteme entstehen. Dieselben kommen ebenfalls ohne Mithülfe von Knorpel zu Stande und sind nichts als allmähliche Ablagerungen aus ihrem Inhalte, der, wie schon angegeben wurde, mit dem ossificirenden Gewebe innen am Perioste ganz übereinstimmt und gewissermassen nur ein anfänglich nicht verknöcherter Ueberrest desselben ist, nur dass derselbe so zu sagen ganz und gar aus Zellen besteht, und nur wenig gleichartige Zwischensubstanz enthält. Genauer bezeichnet findet sich auch hier, wie in den jungen Markräumen der Ossification von Knorpel, dicht am Knochen anliegend eine von *Gegenbaur* zuerst bestimmt geschilderte zusammenhängende Lage von Osteoblasten, welche wie dort neues Knochengewebe bildet. Leicht ist die Beobachtung dieser Verhältnisse an jungen Knochen, bei denen die Periostablagerungen, bevor sie einer etwaigen Auflösung anheimfallen, durch diese neuen secundären Lamellen immer fester werden, aber auch in späteren Zeiten lässt sich sehr häufig an den Wänden der fraglichen Canäle eine Lage von Osteoblasten und ein mehr oder weniger ossificirtes Gewebe (immer ohne Kalkkrümel) nachweisen. Während so die Gefässcanäle auf der einen Seite durch secundäre Anlagerungen sich verengern, welche gerade wie bei den Periostablagerungen selbst geschichtet erscheinen, weil entweder das ossificirende Gewebe geschichtet ist oder die Kalkablagerung in bestimmten Zeiträumen stille steht, erweitern sich später wenigstens einige derselben durch Aufsaugung, wie z. B. die *Canales nutritii*, die grossen Gefässöffnungen an den Apophysen u. s. w. und wird, wie schon bemerkt, die feste Substanz an vielen Orten theilweise, an einigen selbst ganz aufgelöst.

Wie die Knochen an den Stellen, wo Sehnen und Bänder ohne Vermittlung von Periost unmittelbar an sie sich einpflanzen, in der Dicke wachsen, ist noch unausgemacht. In den einen Fällen scheint das Bindegewebe der betreffenden Theile unmittelbar zu verknöchern, in andern sitzen Sehnen und Bänder an lange knorpelig bleibenden Theilen (Epiphysen, *Tuberositas calcanei* z. B.), und da kommt das Wachsthum dieser Stellen natürlich einfach auf Rechnung des Knorpels. Nach *Lieberkühn* sollen die Ansatzstellen solcher Sehnen, so lange der Knochen wächst, ein Periost besitzen, welches die Knochenbildung besorge. Viele Ansatzstellen von Sehnen und Bändern (Achillessehne, *Lig. calcaneo-cuboideum* u. s. w.) sind mit Knorpelzellen versehen, und hier findet man bei jungen Individuen nicht selten verkalkte Knorpelkapseln, die den oben beschriebenen der Symphysen und anderer Stellen entsprechen.

Die Knochenbildung an der Innenseite des Periostes ist eine längst bekannte Sache, doch war man früher allgemein der Ansicht, dass auch hier eine dünne Knorpellage derselben vorstehe, bis *Sharpey* und ich das Gegentheil bewiesen. In Betreff der Natur des ossificirenden Gewebes sind die meisten unserer Ansicht beigetreten, dass derselbe eine Art Bindegewebe sei, d. h. aus Zellen und Zwischensubstanz bestehe, auf der andern Seite hat jedoch *Gegenbaur* den Satz zu vertheidigen gesucht, dass auch hier einzig und allein eine Lage von Osteoblasten das osteogene Gewebe darstelle. Dass solche Zellen ohne Zwischensubstanz bei der Bildung der *Havers*ischen Lamellen eine Rolle spielen, ist in diesem §. schon dargelegt worden und ebenso kann *Gegenbaur* auch zugegeben werden, dass eine solche Osteoblastenlage auch unter dem Perioste selbst an der Oberfläche von Periostablagerungen getroffen werden kann. Eben so sicher ist es aber auch, dass in vielen Fällen die osteogene Lage am Perioste eine mehr minder bestimmt faserige Grundsubstanz besitzt. Dies ist einmal in allen Knochentheilen der Fall, die *Sharpey*'sche Fasern enthalten, denn diese sind nichts als Bindegewebsbündel der osteogenen Lagen, die bei der Ossification in die Knochengrundsubstanz hineinbezogen werden und meist auch ossificiren. Aber auch sonst ist sehr häufig zu sehen, dass die osteogene Substanz innen am Perioste aus Osteoblasten und einer Zwischensubstanz besteht und glaube ich nach meinen Erfahrungen sagen zu können, dass diess die Regel ist, wo Periostablagerungen an der Aussenfläche viele ge-

trennte Leistchen und Bälkchen zeigen, während bei glatter zusammenhängender Oberfläche derselben das Vorkommen einer zusammenhängenden Osteoblastenlage das Gewöhnliche zu sein scheint.

Vergleicht man die Knochenbildung in knorpelig vorgebildeten Theilen und die vom Perioste aus, so ergibt sich, dass die aus Knorpel hervorgehenden Knochentheile vollkommen denen entsprechen, die beim Periostwachsthume die secundären Lamellen bilden, während im erstern Falle der verkalkte Knorpel, im letztern die aus Bindegewebe hervorgehenden oberflächlichen Periostverknöcherungen ein vorläufiges Gerüste abgeben, an das dann erst secundär die bleibende Knochenmasse sich ablagert. Wie in der fertigen Epiphyse von dem ursprünglichen Knorpel nichts mehr da ist als die dünne verkalkte Schicht unter dem Gelenkknorpel und vielleicht noch einzelne spärliche Reste weiter im Innern, und das ganze übrige aus secundären Ablagerungen besteht, so ergibt auch eine genauere Untersuchung einer vollendeten Diaphyse, dass in derselben das Meiste, d. h. alle *Havers*ischen Lamellen und die innern ringförmigen Schichten Bildungen zweiter Reihe sind, während von den ursprünglichen Verknöcherungen innen am Perioste nur die oberflächlichen ringförmigen Lamellen und die spärliche Knochensubstanz zwischen den *Havers*ischen Systemen sich erhält. **Histiologisch** aufgefasst sind die vorläufigen Skeletbildungen hier **verkalkter Knorpel** und dort **verknöchertes Bindegewebe**, während **die Hauptmasse der ächten Knochensubstanz verknöcherte einfache Bindesubstanz darstellt, mit einer gleichartigen Grundsubstanz und sternförmigen Zellen ohne secundäre Kapseln**, die weder mit Knorpel noch mit Bindegewebe ganz übereinstimmt, sondern zwischen beiden in der Mitte steht. Es kann nämlich, wie ich mit *Müller* annehme, keinem Zweifel unterliegen, dass die Grundsubstanz aller secundären Knochenablagerungen einfach gleichartige, nicht faserige Intercellularsubstanz ist, bei welcher Auffassung auch Knochen und Elfenbein ganz in eine Linie zu stehen kommen, während die primitiven Periostablagerungen in dem verknöcherten wahren Bindegewebe (Sehnen etc.) ihr Seitenstück finden.

Zum Schlusse sei hier über die Vorgänge bei der ersten Ossification der Diaphysen noch bemerkt, dass dieselben manchen Wechseln unterliegen. Bald ist hier eine mittlere Knorpelverkalkung das erste, wie die Fig. 163 es zeigt, bald die Bildung einer periostalen Rinde ächter Knochensubstanz, und noch andere Male treten beide Vorgänge ziemlich gleichzeitig auf. Immer aber geschieht nach *H. Müller* die Bildung von ächter Knochensubstanz im verkalkten Knorpel später, wenn sie überhaupt statt hat. Häufig nämlich zerfällt die verkalkte Knorpelsubstanz ganz und wird zu Mark, während die periostale Rinde durch Auflagerungen von Aussen sich verdickt, wie es die Fig. 161 zeigt.

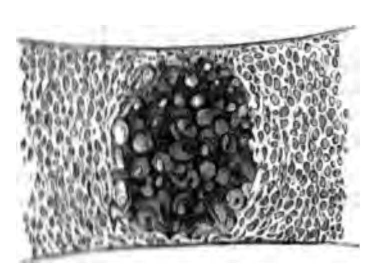


Fig. 163.

Zur Untersuchung der Art und Weise, wie die Knochen in die Dicke wachsen, sind seit der Entdeckung *Duhamel's* (*Mémoires de l'Académie de Paris* 1742, p. 384 u. 1743, p. 138), dass die Knochen von Thieren durch Fütterung derselben mit Krapp (*Rubia tinctorum*) sich roth färben, an wachsenden Thieren namentlich durch *Flourens* eine grosse Anzahl von Versuchen mit dem genannten Farbstoffe gemacht worden, indem man anfänglich glaubte, dass derselbe nur die nach seiner Darreichung gebildeten Knochentheile färbe. Im Widerspruche hiermit fanden Spätere (*Rutherfordt* bei *Hildebrandt Weber* I, p. 339, *Gibson* in *Meck.* Archiv IV, p. 482, *Bibra* l. c., *Brullé* und *Hugueny* l. c.), dass bei Krappfütterung der ganze wachsende Knochen und auch die Knochen erwachsener Thiere sich färben und zwar vorzüglich von allen Stellen aus, an denen sie mit den Blutgefässen in Verbindung stehen, indem auch das Mark sich färbt (*Bibra*), weshalb auch die innersten Lagen der *Havers*ischen Canälchen, die Oberflächen am Periost, die blutreiche junge Knochensubstanz stärker sich röthen und schienen so diese Versuche allen Werth verloren zu haben. Nun gibt aber neuerdings *Lieberkühn* nach Versuchen an Tauben an (*Müll.* Arch. 1864, St. 598), dass die ältere Auffassung doch die

Fig. 163. Diaphyse des *Humerus* eines 2monatlichen menschlichen Embryo mit dem ersten Kalkpunct im Knorpel. 100mal vergr.

richtige ist und wies durch dieses Verfahren nach, dass beim Wachsthume der Knochen auf Kosten des Periostes Ansatz von Knochensubstanz und Resorption solcher gleichzeitig an einem und demselben Knochen vorkommen kann. Dass während des Wachsthums der Knochen an vielen Stellen auch äusserlich in grösserer oder geringerer Ausdehnung eine Resorption stattfindet, ist ohnehin sicher. Nur durch eine solche Resorption ist die Vergrösserung des *Foramen magnum* vom sechsten Jahre an, in welchem die es begrenzenden Stücke verschmelzen, zu denken, und dasselbe gilt auch von den Löchern der Wirbel für das Rückenmark, und vielen Gefäss- und Nervenöffnungen (*Foramen ovale* und *rotundum* des Keilbeins, *Foramina intertransversaria*, *Canalis caroticus* etc. etc.). Mithin ist das von *Serres* aufgestellte Gesetz (*Meck.* Arch. 1822, p. 455), dass Knochenöffnungen durch das Wachsthum der einzelnen, sie begrenzenden Stücke sich vergrössern, für alle mitten in Knochen liegenden Löcher und Canäle ganz unrichtig, wie diess schon *E. H. Weber* und *Henle* theilweise ausgesprochen, und auch für die andern nur für die ersten Zeiten giltig.

Jüngere und ältere Periostablagerungen haben häufig einen verschiedenen Bau und sind erstere nicht nur reicher an Gefässräumen, sondern zeigen oft auch eine andere Anordnung derselben. Ein auffallendes Beispiel des letzteren Verhaltens zeigen die Diaphysen der Röhrenknochen des Menschen, welches am Besten aus der Vergleichung der Fig. 131 von einem 16jährigen und der Fig. 133 von einem Erwachsenen sich ergibt, und bemerke ich nur noch, dass Knochen mit einer Anordnung der Canälchen wie in der Fig. 131, die *Uffelmann* merkwürdiger Weise nie zu Gesicht gekommen sind, auch bei Säugethieren ausgezeichnet schön sich finden.

Die Ablagerungen aus dem Perioste stehen morphologisch in einem gewissen Gegensatze zu der Knochensubstanz, die aus Knorpel sich entwickelt. Die ersteren bilden vorzüglich die feste Rinde der knorpelig vorgebildeten Knochen und zeichnen sich durch das Vorkommen der *Havers*ischen Canälchen und ihrer Lamellensysteme aus, während die letztere die *Substantia spongiosa* erzeugt und keine Gefässcanälchen führt. Doch ist nicht zu vergessen, dass auch die meisten Periostablagerungen anfänglich gewissermassen spongiös sind, und in allen diesen Knochen ohne Ausnahme zur Bildung der schwammigen Substanz und zwar oft sehr wesentlich beitragen, ferner dass die schwammige Substanz, die aus Knorpel entsteht, nach den neueren Untersuchungen ganz oder fast ganz auf Rechnung secundärer Ablagerungen, ähnlich denen der *Havers*ischen Canäle und der aus Periostablagerungen enstandenen spongiösen Substanz, zu setzen ist.

§. 99.

Nicht knorpelig vorgebildete Knochen kannte man beim Menschen früher nur am Schädel; später glaubte *Bruch* auch die *Clavicula* dazu rechnen zu müssen (Zeitschr. f. w. Zool. VI. p. 371), was jedoch nach *Gegenbaur* (l. i. c.) nicht richtig ist. Die hierher gehörigen Schädelknochen entstehen ausserhalb des Primordialcranium zwischen ihm und dem Muskelsysteme, also innerhalb der Gebilde, die das Wirbelsystem bilden, sind bei dem ersten Auftreten des Schädels als häutige und knorpelige Kapsel noch gar nicht vorhanden, sondern entstehen erst nach dem Primordialcranium aus einer später sich sondernden Schicht, daher sie zum Unterschiede von den anderen primären Knochen, deren Bildungsstoff früher da ist, secundäre Knochen, oder auch, da sie an den meisten Stellen mit Theilen des Primordialschädels in Berührung sind, Deckknochen oder Belegknochen heissen. Es gehören zu denselben die Schuppe des Hinterhauptbeines in ihrer oberen Hälfte, die Scheitelbeine, Stirnbeine, Schuppen der Schläfenbeine und die Paukenringe, die Nasenbeine, Thränenbeine, Jochbeine, Gaumenbeine, Oberkiefer, Unterkiefer, die Pflugschar, und, wie es scheint, die innere Lamelle des Flügelfortsatzes des Keilbeines und die *Cornua sphenoidalia*. Das Bildungsgewebe dieser Knochen, das, verschieden von dem der primären Knochen, erst mit der Ossification in einer häutigen Grundlage nach und nach sich entwickelt und nicht schon vorher in einer grösseren Masse vorhanden ist, verhält sich im Wesentlichen ganz wie das der Periostablagerungen und ossificirt genau ebenso.

Die Annahme, dass gewisse Schädelknochen des Menschen und der Säugethiere nicht aus Knorpel sich entwickeln, ist keineswegs neu, doch haben erst *Rathke, Reichert, Jacobson* und ich das Morphologische dieser Frage und *Sharpey* und ich das Histiologische derselben festgestellt. Immerhin ist auch hier eine Übereinstimmung der verschiedenen Ansichten noch keineswegs erzielt. Mit Bezug auf das Histiologische verweise ich auf das im vorigen Paragraphen Bemerkte, was dagegen die morphologische Seite der Frage anlangt, so will ich nur betonen, dass die Lehre vom Primordialcranium und den secundären Knochen sehr unabhängig ist von der Frage, ob die letztern aus Knorpel oder aus Bindegewebe entstehen. Dieselbe stützt sich darauf, dass die einen Knochen unmittelbar aus dem knorpeligen Primordialcranium hervorgehen, die andern aussen an demselben entstehen und nicht vorgebildet sind. Für Weiteres verweise ich auf m. Mikr. Anat. II. 1. S. 374. 375, und meine Bemerkungen in Zeitschr. f. w. Zool. II. p. 281, die ich immer noch vollkommen vertrete, dann auf die Arbeit von *Bruch* (l. c.) und auf die gegentheiligen Abhandlungen von *Reichert* (*Müll.* Arch. 1849. p. 442 und 1852. p. 528).

§. 100.

Die nicht knorpelig vorgebildeten Schädelknochen treten Alle zuerst in Gestalt eines ganz beschränkten, länglichen oder rundlichen, aus etwas Grundsubstanz und einigen wenigen Knochenhöhlen bestehenden Knochenkernes auf, der von einer geringen Menge weichen Gewebes umgeben ist. Wie dieser Kern entsteht, ist noch nicht beobachtet, doch möchte aus der Art und Weise, wie er fortschreitet, mit Sicherheit zu entnehmen sein, dass kurze Zeit vor seinem Auftreten an seiner Stelle eine kleine Lamelle von dem weichen geschilderten Gewebe sich bildet, die dann von einem Puncte aus durch Aufnahme von Salzen und Umwandelung ihrer Zellen verknöchert. Ist einmal ein erster Knochenpunct, z. B. beim Scheitelbeine, da, so schreitet derselbe, während das hautartig ausgebreitete Bildungsgewebe in der Fläche wächst, so fort, dass bald ein zartes Blättchen von netzförmig vereinten Knochenbälkchen entsteht, die mit feinen Strahlen in das noch nicht verknöcherte Gewebe auslaufen (Fig. 164). Untersucht man dasselbe genauer, so findet man, dass die einzelnen Knochenbälkchen in dem hautartigen Bildungsgewebe durch Ossification seiner Elemente entstanden sind und dasselbe gewissermassen, wo sie sitzen, ganz aufgezehrt haben, während Reste davon in ihren Lücken liegen geblieben sind, ferner, dass die Bildung der Knochenelemente ganz wie bei den Periostablagerungen vor sich geht, indem die einzelnen Knochenstrahlen immer weicher, blasser und ärmer an Salzen und in ihren Zellen immer ähnlicher den weichen Bildungszellen, endlich ohne Grenze in das weiche Gewebe auslaufen und in demselben sich verlieren. Anfänglich nun ist bei diesen Knochen nur ein Flächenwachsthum da, indem die Strahlen, weiter laufend und durch Queräste sich verbindend, das anfängliche Netz immer weiter führen, bald aber tritt auch eine Verdickung der anfänglichen Lamelle durch innere und äussere, auf sie abgelagerte Schichten und zugleich ein Dichterwerden je der ältesten Theile ein. Erstere kommt auf Rechnung des Periostes,

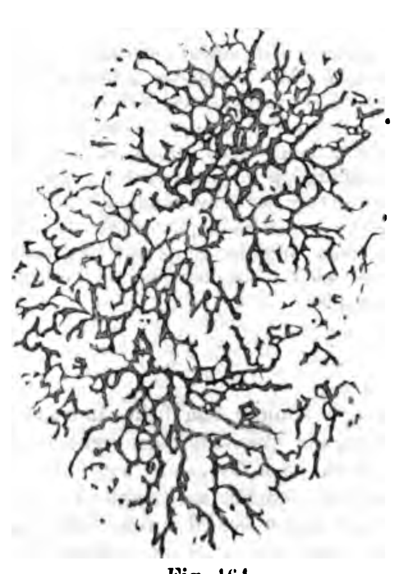


Fig. 164.

Fig. 164. Scheitelbein eines 14 Wochen alten Fötus, 18mal vergr.

das an den Flächen der secundären Knochen kurze Zeit nach ihrem Auftreten gefunden wird und entweder aus deren ursprünglichem Bildungsgewebe oder aus den benachbarten Theilen (Perichondrium des Primordialschädels, Muskel- und Sehnenüberzüge) sich hervorbildet, und geht genau in derselben Weise wie bei den Periostablagerungen der knorpelig vorgebildeten Knochen vor sich, so nämlich, dass an der Innenseite des Periostes ein weiches, wucherndes Gewebe sich findet, das von dem Knochen aus allmählich ossificirt, ohne je knorpelig gewesen zu sein (Fig. 165). Auf diese Weise nun bilden sich namentlich an der äusseren, aber auch an der inneren Seite des ersten Knochentäfelchens von demselben aus nach und nach neue Lamellen und wird die Knochenlage immer dicker. Alle diese neuen Lamellen sind wie die erste anfangs netzförmig durchbrochen und ihre rundlichen oder länglichen, verschieden grossen Zwischenräume hängen mit denen der schon vorhandenen und folgenden Lamellen zusammen, so dass die secundären Knochenkerne, gleich den Periostablagerungen, schon bei ihrem Entstehen von einem Netz von Canälen durchzogen sind, die bald wie dort, zum Theil wenigstens, als *Havers*ische sich kund geben. Anfänglich nur von weichem Gewebe, den Resten des Bildungsmaterials der verschiedenen Lamellen, erfüllt, werden dieselben bald durch fortschreitende Ossification in demselben, die theils als Brücken durch sie hindurchsetzen, wie bei den Knochenstrahlen der Ränder, theils als Ablagerungen an ihre Wände erscheinen, immer mehr verengt und schliesslich die einen ganz geschlossen, die anderen in wirkliche Gefässcanäle umgewandelt, indem ihr Inhalt aus den nun als Markzellen erscheinenden ursprünglichen Bildungszellen Gefässe entwickelt, die mit denen des Periostes sich in Verbindung setzen. Ist einmal ein solcher Knochen so weit, so ergeben sich seine späteren Veränderungen leicht. Durch immerfort an seinen Rändern und Flächen neu entstehendes Bildungsgewebe wächst er so lange in der Fläche und Dicke fort, bis er seine bestimmte Gestalt und Grösse erreicht hat und zugleich entsteht in seinem Innern durch Verflüssigung seiner fest gewordenen Substanz nachträglich spongiöse Substanz (oder selbst grössere Höhlen), so dass er dann, wie ein aus Knorpel und Periostablagerungen entstandener Knochen schliesslich ebenfalls aussen feste Substanz mit *Havers*ischen Canälchen, innerlich Markräume, jedoch mit deutlichen secundären Ablagerungen, enthält.

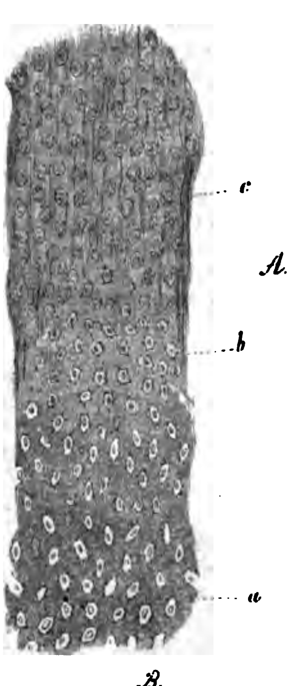




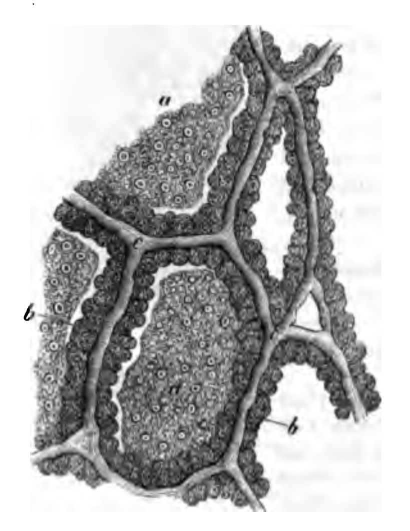
Fig. 165.

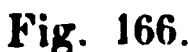
Die secundären Schädelknochen verknöchern zum Theil früher als die primären und meist nur mit Einem Kerne. Das weiche Gewebe, aus dem sie entstehen und das, so lange sie wachsen, an ihren Flächen und Rändern zu treffen ist, ist in seiner ersten Bildung noch nicht verfolgt, wuchert dann aber, wenn die erste Knochentafel einmal da ist, gerade wie bei den Periostablagerungen der andern Knochen vom Perioste aus an den Rändern und Flächen derselben fort. Die Grundsubstanz desselben ist ebenso faserig wie die des subperiostalen Blastems der andern Knochen und was die Zellen anlangt, die wie bei den Periostablagerungen einfach dadurch, dass sie sternförmig auswachsen, zu Knochenzellen werden (Fig. 165), so sind dieselben länglich,

Fig. 165. Von der Innenfläche eines *Os parietale* des Neugebornen, 300mal vergr. *a* Knochen mit Höhlen, noch blass und weich. *b.* Rand desselben. *c.* Ossificirendes Blastem mit seinen Fasern und Zellen. *B.* Drei dieser Zellen, 350mal vergr.

messen beim Menschen meist 13—22 μ und führen einen körnigen Inhalt mit länglichrunden Kernen. Diejenigen unter ihnen, die das Dickenwachsthum besorgen, haben, mit Ausnahme derer der *Cavitas glenoidea ossis temporum*, nie die geringste Aehnlichkeit mit Knorpelzellen und verknöchern auch ohne Ausnahme mit ihrer Grundsubstanz ohne Kalkkrümel; die an den Rändern oder Enden dagegen können, wie es scheint, später die Natur von wahrem Knorpel annehmen. Das auffallendste Beispiel hiervon findet sich am Kopfe des Unterkiefers, an welchem schon während des Fötallebens eine mächtige Knorpellage sich herstellt, die, so lange der Knochen wächst, gerade wie ein Epiphysenknorpel seinem Längenwachsthume vorsteht. Aehnliches findet sich noch an der Gelenkgrube des Schläfenbeins, am *Angulus maxillae inferioris* (beim Kalbe) und an den vorderen Enden der beiden Unterkieferhälften, die durch eine halb faserige, halb knorpelige Masse, die mit der Symphyse sehr übereinstimmt, verbunden sind. Diese Thatsache verliert viel von dem Auffallenden, das sie zuerst an sich trägt, wenn man bedenkt, dass jeder Knorpel anfänglich weich ist und aus gewöhnlichen Bildungszellen besteht und dass, wie wir durch *Virchow* wissen, die Zellen des ossificirenden Blastems den Knorpelzellen gleichwerthig sind. Es brauchen daher nur zu einer gewissen Zeit die Bildungszellen des weichen Bildungsgewebes der secundären Knochen dieselben Veränderungen durchzumachen, wie die Bildungszellen des embryonalen Knorpels, um das Auftreten von Knorpel an den fraglichen Knochen zu bewirken. Weitere Untersuchungen müssen ergeben, ob solcher Knorpel nachträglich auch an anderen secundären Knochen und in welcher Ausdehnung derselbe bei Thieren sich findet. Noch kann erwähnt werden, dass wenn ich früher angenommen, dass alle Verknöcherungen aus weichem Bildungsgewebe ohne Kalkkrümelablagerungen vor sich gehen, diess nur theilweise richtig ist, indem allerdings in manchen Fällen solche auch in diesen sich finden, jedoch nie in früheren Zeiten und im Ganzen genommen selten. Immerhin ist aber der Ossificationsrand auch in diesen Fällen nicht scharf, wie bei verknöcherndem Knorpel.

Mit Bezug auf die nicht knorpelig vorgebildeten Knochen muss ich *Gegenbaur* zustimmen, dass gewisse derselben ihre Knochensubstanz einzig und allein aus Osteoblasten




Fig. 166.

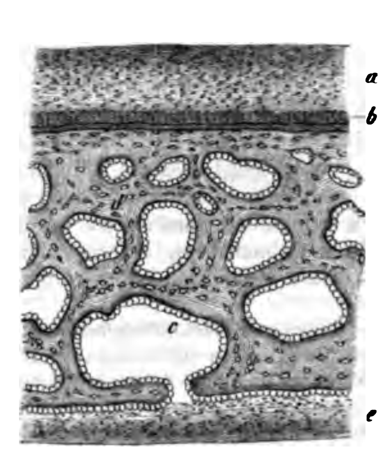


Fig. 167.

Fig. 166. Aus dem Unterkiefer eines Kalbsfötus von 16,2 Cm., 300mal vergr. *a.* Mark mit Blutgefässen, *b.* Osteoblasten, *c.* junge noch zellenfreie Knochenbalken.

Fig. 167. Durchschnitt des Scheitelbeines eines Kalbsfötus, 100mal vergr. *a.* Aeussere Beinhaut mit 2 Lagen, einer mehr fibrillären äusseren und einer weicheren inneren Schicht. *b.* Osteoblasten. *d.* Knochen. *c.* Markräume, von denen nur die Osteoblastenlage gezeichnet ist. *e.* Inneres Periost mit 2 Lagen und einer Osteoblastenschicht.

aufbauen. Schon seit meinen Untersuchungen über die Entwickelung der Zahnsäckchen **kenne ich diese Verhältnisse** von den Gesichtsknochen des Schafes und Kalbes und habe **ich damals die epithelartigen** Osteoblasten noch *H. Müller* gezeigt, der bekannte, eine so **schöne Lage von osteogenen** Zellen bisher noch nicht gesehen zu haben. Bei den genannten **Thieren zeigt sich die erste** Spur der Kiefer z. B. in Gestalt zusammenhängender zellenloser **Balken, die als** Absonderung einer prachtvollen epithelartigen Lage von Osteoblasten **anzusehen ist** (Fig. 166). Erst später nehmen auch die Zellen in oben geschilderter **Weise an der Knochenbildung** Antheil. Aehnliche Verhältnisse sah ich auch an andern Schädelknochen **der genannten** Thiere, und wenn auch bei gewissen Knochen zellenfreie primitive **Ablagerungen fehlten, so** mangelte doch die zusammenhängende Osteoblastenlage nicht, **die sogar an platten** Schädelknochen älterer Embryonen sehr schön auftritt (Fig. 167). Auf **der andern Seite fehlte** aber auch eine osteogene Substanz aus Osteoblasten und mehr **weniger faseriger** Zwischensubstanz nicht, wie vor Allem bei den ersten Anlagen der platten **Schädelknochen, dann** bei den Verdickungen derselben nach der Geburt und bei einzelnen **Gesichtsknochen** (Fig. 168), und kamen mitunter beide Verhältnisse an einem und demselben **Knochen vor, so dass** ich schliesslich zu der Ueberzeugung gelangte, dass in dieser Beziehung **kein ganz durchgreifendes** Gesetz obwaltet. In der That kann es auch wohl kaum einen **wesentlichen Unterschied** begründen, ob die Osteoblasten **schon vor oder erst** während der **Kalkablagerung** eine Zwischensubstanz **ausscheiden.** — In ihrem **Innern wachsen** alle Deckknochen durch einfache Osteoblastenlagen ebenso wie die andern Knochen.

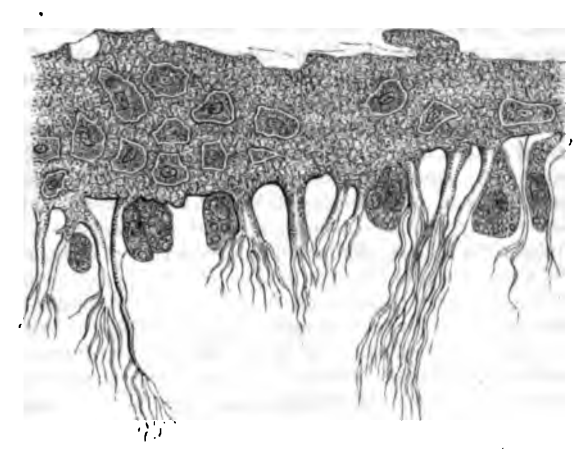


Fig. 168.

Dem Geschilderten zufolge zeigen die secundären oder Deckknochen in ihrer Entwickelung die grösste Uebereinstimmung mit den Periostablagerungen der andern Knochen. Auch bei ihnen ist in den meisten Fällen eine Bindegewebsossification das erste, welche dann später z. Th. wieder einschmilzt und Lamellen ächten Knochens d. h. verknöcherter einfacher Bindesubstanz (siehe oben) Platz macht. Doch geht bei diesen Deckknochen die Aufsaugung des ursprünglichen Gerüstes nirgends weit und können sie als die Knochen bezeichnet werden, bei denen dasselbe am vollkommensten sich erhält. In ihnen finden sich daher auch die oben besprochenen *Sharpey*'schen radiären Fasern am vollkommensten, welche nichts als in eigenthümlicher Richtung verlaufende verkalkte Bindegewebsbündel sind.

Die letzten Veränderungen der secundären Knochen sind noch nicht alle genau erforscht. Wie dieselben untereinander und auch mit primären Knochen durch Nähte und Verschmelzung sich verbinden, ist so ziemlich bekannt. Am Schädeldache z. B. stehen die Knochen anfangs, da die ersten Knochenpuncte in der Gegend der *Tubera* der Scheitel- und Stirnbeine entstehen, weit aus einander und sind nur durch eine fibröse Haut mit einander verbunden, die die Fortsetzung ihrer beiden Periostlamellen ist und innen mit den Resten des häutigen Schädels der Embryonen und mit der *Dura mater* sich verbindet. Dann wachsen die Knochen immer mehr einander entgegen und kommen schliesslich, indem sie in der erwähnten Fortsetzung ihres Periostes immer weiter vorrücken, in der Stirn- und Sagittalnaht fast bis zur Berührung, doch bleibt noch lange eine grössere Lücke zwischen denselben,

Fig. 168. Ein Theil des Gaumenbeines eines Schaffötus von 6,7 Cm. Länge im Querschnitte, 400mal vergr. Die Gaumenfläche des Knochens zeigt fibrilläre Anhänge weicher Grundsubstanz und grosse Osteoblasten dazwischen, die z. Th. ausgefallen sind. Im Knochen finden sich noch wenig zackige Höhlen mit eingeschlossenen Osteoblasten.

die vordere Fontanelle, die jedoch im zweiten Jahre sich schliesst, während zugleich die Knochen, die bisher mehr geradlinig aneinanderstiessen, ineinandergreifende Zacken ausbilden, bis sie schliesslich, wenn ihr Blastem ganz aufgezehrt ist, nur durch die Periostreste (sogenannte Nahtknorpel, besser Nahtbänder) vereint bleiben, die aber ebenfalls früher oder später, und zwar ohne Ausnahme an dem inneren Theile der Nähte, so auch die Zacken sehr wenig ausgeprägt sind, zuerst, verknöchern können. — Sehr räthselhaft und früher kaum beachtet sind die Formveränderungen der ganzen Deckknochen während ihrer Entwickelung. Vergleicht man z. B. ein Scheitelbein eines Fötus oder Neugebornen mit dem eines Erwachsenen, so findet man, dass das Erstere eine viel stärkere Krümmung besitzt und nicht etwa nur wie ein aus der Mitte des Ersteren ausgeschnittenes Stück sich verhält. Es muss daher dasselbe eine sehr wesentliche Aenderung in der Krümmung seiner Flächen erlitten haben, und diese kann, da, wie ich gegen *Welcker* behaupten muss, an Druck nicht zu denken ist, nur durch ungleichmässige Ablagerungen innen und aussen, in der Mitte und an den Rändern, oder durch Ablagerungen einerseits, Resorptionen andererseits bewirkt worden sein, wie diess *Lieberkühn* jetzt mit Hülfe von Krappfütterung bei Tauben bewiesen hat. Dass ungleichmässige Ablagerungen wirklich vorkommen, sehen wir z. B. an den *Juga cerebralia* und *Impressiones digitatae*, den *Sulci meningei* etc., allein mir scheint, dass auch ohne die Annahme örtlicher Aufsaugungsvorgänge an gewissen Stellen nicht auszukommen ist. Oder wie will man sonst die Zunahme des *Margo orbitalis superior* an Breite, die Vergrösserung des Abstandes zwischen den *Tubera frontalia* auch nach der Verschmelzung der Stirnbeine, die Aenderung der Gestalt des Unterkiefers (das Grösserwerden der Entfernung zwischen den *Processus coronoidei* und der *Spina mentalis*, die Aenderung der Krümmung desselben, das theilweise Verschwinden und die Neubildung der Alveolen) u. s. f. erklären? Wir haben schon gesehen, dass auch bei den anderen Knochen etwas derart durchaus anzunehmen ist, und daher werden wir auch hier keinen Anstand nehmen, obschon das Nähere der fraglichen Aufsaugungen unbekannt ist. Dass im Innern der secundären Knochen solche vorkommen, wurde schon erwähnt und beruht die Bildung der Diploë, die im 10. Jahre deutlicher wird, auf einer solchen. Dagegen entstehen die *Sinus frontales* und das *Antrum Highmori*, die ebenfalls erst später sich zu entwickeln beginnen, durch eine von aussen (d. h. von Seiten der Nasenhöhlenflächen der betreffenden Knochen) nach innen dringende Einschmelzung. — An die Annahme eines interstitiellen Knochenwachsthumes (durch sogenannte Intussusception), welche *Henle* mir zumuthet (Jahresber. v. 1862. St. 71) habe ich nie gedacht und glaube ich auch nicht, dass irgend Jemand ein solches Wachsthum von Innen heraus wirklich nachgewiesen hat.

Noch erwähne ich, dass auch die secundären Knochen, so lange sie wachsen, viel gefässreicher sind, als später, und selbst die Periostablagerungen der anderen Knochen hierin noch übertreffen, weshalb auch ihr Mark, das neben einkernigen Osteoblasten ebenfalls die vielkernigen, oben schon berührten grossen Zellen oder Protoblasten enthält, röther ist. Die Gefässe treten durch unzählige Puncte ihrer Oberfläche in sie hinein und verlaufen je nach den verschiedenen Knochen in mehr senkrecht aufsteigenden oder wagerechten Canälen. Letzteres ist in den platteren Knochen der Fall, in denen die Hauptrichtung der Gefässcanäle der Längsrichtung der anfänglich vom Ossificationspuncte ausgehenden Knochenstrahlen folgt, ersteres, was der Knochenoberfläche ein oft äusserst zierliches milleporenartiges Ansehen gibt, in den mehr dickeren Theilen zu treffen. Später schliesst sich ein guter Theil dieser Canäle oder wird wenigstens sehr eng, wodurch dann die Oberflächen mehr sich glätten.

In Betreff der Zeitverhältnisse der Verknöcherung verweise ich auf meine Entwickelungsgeschichte (S. 184—225).

§. 101.

Die Lebenserscheinungen in den vollkommen ausgewachsenen Knochen sind während des kräftigen Alters mit keinen namhafteren und durchgreifenderen morphologischen Veränderungen gepaart. Zwar ziehen sich einzelne der früher betrachteten Vorgänge auch noch in diese Zeit hinein — wie die Vergrösserung der *Sinus* der Schädelknochen, der Muskel- und Bandansätze, der Gefässfurchen — allein von einer ausgedehnteren Knochenneubildung am Perioste und in den *Havers*ischen Canälen, sowie von einer mit derselben Hand in Hand gehenden und in grösserem

Maassstabe auftretenden Aussaugung findet sich nichts. Ob im fertigen Knochen ein Wechsel, wenn auch nicht der Elementartheile, doch der Atome bei gleichbleibender äusserer Gestalt sich findet, ist eine andere Frage, für deren Lösung jedoch die Mikroskopie keine Thatsache an die Hand gibt. So viel ist sicher, dass der Bau der Knochen derart ist, dass sie trotz ihres starren Gefüges aufs Allseitigste und Innigste mit dem ernährenden Safte des Blutes in Berührung kommen. Ueberall nämlich, wo die Knochensubstanz mit Gefässen in Verbindung steht, also an der äusseren Oberfläche, an den Wänden der Markhöhlen und Markräume und denen der *Havers*ischen Canäle, befinden sich zu Millionen dicht an einander gedrängte feine Mündungen. Diese leiten das Blutplasma durch die Knochencanälchen in die den genannten Flächen zunächst liegenden Knochenzellen, von denen aus dasselbe dann durch weitere Canälchen zu immer entfernteren Höhlen bis in die äussersten Lagen der *Havers*ischen Lamellen und die von den Gefässen entferntesten Schichten der grossen Lamellensysteme gelangen kann. Wenn man sich an die ungemeine Zahl der Knochencanälchen, an die mannichfachen Verbindungen derselben untereinander erinnert, so wird man zugeben müssen, dass in keinem Gewebe des menschlichen Körpers für die Verbreitung des Blutplasma besser gesorgt ist, allein in fast keinem war auch die Zufuhr von Flüssigkeit zu den feinsten Theilchen gerade nothwendiger als hier. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die Flüssigkeiten, welche dieses »plasmatische Gefässsystem« (*Lessing*) der Knochen, das nach unseren jetzigen Anschauungen als ein Netzwerk sternförmiger Zellen aufgefasst werden muss, von den Blutgefässen erhält, verändert durch die Lebensvorgänge in den kernhaltigen Zellenkörpern der Knochenzellen — die, wie andere lebenskräftige Zellen, ein eiweissreiches Cytoplasma zu enthalten scheinen und daher nicht einfach als Flüssigkeit leitende Hohlräume aufzufassen sind — zur Erhaltung der Knochen von der unumgänglichsten Nothwendigkeit sind, denn wir sehen, dass, wenn die Blutzufuhr zu einem Knochen durch Zerstörung des Periostes oder des Markes, durch Unterbindung der Gefässe eines Gliedes, durch Verwachsung der Periostgefässe durch Druck von aussen (*Aneurysmen*, Afterbildungen) gehemmt wird, eine Necrose der betroffenen Theile, die nach *Virchow* manchmal nur die in den Bereich einer oder einiger weniger Zellen gehörende Substanz betrifft, die sichere Folge ist, welcher der auch in den Knochen wirksame Collateralkreislauf (siehe oben) kaum je ganz entgegenzutreten vermag. Dagegen sind wir vorläufig nicht im Stande, zu sagen, wie das Plasma der Knochen sich bewegt, denn eine Bewegung desselben von und zu Gefässen (wahrscheinlich von den mehr arteriellen durch mehrere Lamellensysteme hindurch zu den venösen) muss doch wohl angenommen werden, welche Veränderungen bei der Ernährung im Knochengewebe eigentlich vor sich gehen, letzteres besonders desswegen nicht, weil die chemische Untersuchung, namentlich der organischen Zersetzungsstoffe in den Knochen noch ganz im Unklaren liegt.

Dass die Knochensubstanz in stetem und zwar sehr lebhaftem Stoffwechsel begriffen ist, davon geben ausserdem, neben den so vielfachen Erkrankungen derselben, auch noch ihre Veränderungen im höheren Alter Kunde. In diesem zeigt sich vorzüglich ein Schwinden ganzer Knochentheile sowohl äusserlich als innerlich, ersteres z. B. an den Alveolarfortsätzen der Kiefer, die ganz verloren gehen, letzteres beim Schwammig- und zugleich Brüchigerwerden aller möglichen Knochen, wie der Röhrenknochen, derjenigen des Schädels, bei der Vergrösserung von Gefässöffnungen (Wirbel, Apophysen), beim Rauherwerden von Knochenoberflächen. Zu dieser *Atrophia senilis* der Knochen kann sich dann auch nachträglich eine innere Anbildung von Knochensubstanz gesellen, eine sogenannte Sclerose, wie an den platten Schädelknochen, durch welche in geradem Gegensatze zu den sonstigen Erscheinungen in senilen Knochen die Diploë schwindet, indem ihre Räume durch neue Knochenmasse erfüllt werden, die Venenräume und Emissarien verwachsen und der ganze Knochen schwerer wird.

Ueber die zahlreichen pathologischen Veränderungen der Knochen kann hier nur kurz berichtet werden. Knochenbrüche heilen unter nur einigermaassen günstigen Verhältnissen leicht durch wahre Knochensubstanz, der bei Röhrenknochen von Thieren, wie ich mit anderen mich überzeugte, die Bildung eines wahren Knorpels vorangeht, während diess beim Menschen nicht immer der Fall ist. Bei schwammigen Knochen, Brüchen innerhalb der Gelenkkapseln, ungünstigen Verhältnissen vereinen sich die Bruchenden häufig nur durch einen fibrösen Callus und bildet sich öfter zwischen ihnen eine Art Gelenk. Nach Substanzverlusten erzeugt sich die Knochensubstanz leicht wieder und namentlich ist es das Periost, welches hier wie bei dem Dickenwachsthume der Knochen eine grosse Rolle spielt, die durch die neuen merkwürdigen Versuche von *Ollier* dahin bestimmt worden ist, dass es das knochenerzeugende Bildungsgewebe (*Blastème sous-périostal*, *Ollier*) ist, welches die Wiedererzeugung besorgt, indem dasselbe wie beim wachsenden so auch beim ausgebildeten Knochen noch, wenn auch weniger entwickelt, sich vorfindet. Nach *Ollier* erzeugen bei Säugern vom Knochen theilweise ja selbst ganz abgetrennte Perioststücke, auch wenn sie an andere Stellen des Körpers verpflanzt werden, immer Knochen, sobald die betreffende Lage dabei ist. Wird dieselbe abgeschabt, so geht dagegen dieses Vermögen verloren. Uebrigens kommt nicht allen Theilen des Periostes diese Fähigkeit in gleichem Grade zu und übertrifft z. B. die *Dura mater* der Schädelhöhle das *Pericranium* in sehr entschiedener Weise. Bei Thieren erzeugen sich ganze Knochen der Extremitäten und Rippen so ziemlich in ihrer Gestalt wieder, wenn das Periost geschont wird, was die *Heine*'sche Sammlung auf der Würzburger Anatomie durch viele Beispiele belegt, aber auch nach gänzlichem Ausschneiden des Periostes entsteht wieder ein Knochenbruchstück (*Heine*). Beim Menschen liegen schon ziemlich viele Beispiele vor von Wiedererzeugung ganzer Knochen, so des Unterkiefers, der Rippen, des Schulterblattes (*Chopart*) und die Fälle von einzelnen, z. Th. grossen Knochenstücken sind sehr zahlreich. Namentlich sind es die Diaphysen, die sich leicht ersetzen, wenn sie in dieser oder jener Weise verloren gingen, seltener die schwammigen Knochen und Knochentheile und Schädelknochen, doch füllen sich bei letzteren Trepanlücken in manchen Fällen statt mit einer fibrösen Haut mit einzelnen Knochenscherben, selbst mit einem vollständigen Knochenstücke, ja es heilen sogar trepanirte Stücke an, wie man das auch sonst von halb abgehauenen Stücken beobachtet hat (*Pauli*). Hypertrophien der Knochen kommen in den mannichfachsten Gestalten vor, die sich alle in zwei Hauptformen bringen lassen, 1) Auflagerungen oder äussere Hyperostosen, vorzüglich vom Perioste aus sich bildend, und 2) Einlagerungen (Sclerosen) oder Erfüllung der Markräume oder *Havers*ischen Canälchen mit neuem Knochen, welche zwei Formen entweder für sich oder vereinigt sich finden. Erstere kommen bei Entzündungen des Periostes für sich und in Begleit von Krebs, Arthritis, Syphilis u. s. w. vor, letztere ausser im Alter als nachträgliche Bildungen bei Rachitis, Osteomalacie und Syphilis. In Betreff der mikroskopischen Verhältnisse ist es *Virchow*'s Verdienst, zuerst mit Bestimmtheit nachgewiesen zu haben, dass in sehr vielen Fällen von pathologischer Knochenbildung dieselbe durch unmittelbare Verknöcherung von Bindegewebe ohne vorgängige Knorpelbildung zu Stande kommt. Die neugebildete Knochensubstanz ist bald wie regelrechte (viele Auflagerungen), bald fester mit kleinen Gefässräumen und grossen unregelmässigen Knochenhöhlen. Atrophien der Knochen erscheinen als Schwinden derselben im Ganzen im Gefolge von langwierigen Krankheiten, Lähmungen, Anchylosen, oder als Schwund einzelner Theile des Knochengewebes analog der *Atrophia senilis*, bei Syphilis, Lepra, Mercurialcachexie, Lähmungen u. s. w. Ein Absterben der Knochen (Necrose) beobachtet man bei Zerstörungen des Periostes, Entzündungen desselben und des Knochens u. s. w. meist gepaart mit einem übermässigen Wachsthume der noch gesunden Theile. Eigenthümliche Störungen bedingen die Osteomalacie und Rachitis, doch hat bei der ersteren die mikroskopische Untersuchung nichts hier anzuführendes ergeben. Die letztere ist von mir, *H. Meyer*, *Virchow* und *H. Müller* untersucht worden und zeigt einige auch hier erwähnenswerthe Verhältnisse. In den unverhältnissmässig grossen Epiphysenknorpeln misst 1) die Schicht der ossificirenden Knorpelzellen (die reihenweise gestellten Zellen) statt 0,75 mm 4—11 mm, 2) ist der Verknöcherungsrand zackig, indem Knorpel und Knochen verschiedentlich ineinander greifen, 3) fehlen an ausgezeichnet rachitischen Knochen die Kalkkrümelablagerungen am Ossificationsrande und wandeln sich die Knorpelkapseln fast ohne Ausnahme etwas vor der Grundsubstanz ebenfalls ohne Kalkkrümel in Knochenkapseln um, welche dann später wie bei gesunden Knochen bei der Markraumbildung dem bleibenden

Knochengewebe Platz machen. An den Diaphysen ist die Lage des ossificirenden Gewebes viel dicker, verknöchert ebenfalls sehr langsam, so dass die *Subst. compacta* solcher Knochen von einer dicken Schicht im Bau und Anordnung Knochen ähnlichen aber weichen Gewebes bedeckt sein kann, und zeigt dieselbe zum Theil Knorpelbildung. Ferner ist nach *H. Müller* auch die Markhöhle oft mit einem weichen Gewebe ganz ausgefüllt, das histiologisch dem Knochengewebe gleich, aber nicht verknöchert ist. — Accidentelle Knorpel- und Knochenbildungen sind sehr häufig. Ersteres Gewebe zeigt sich, trotzdem dass es nicht wiedererzeugungsfähig ist und seine Wunden nur durch fibröses Gewebe, seltener durch Knochengewebe (Rippen) heilen, in sehr vielen Organen Knochen, Brustdrüse, Parotis, Hoden, Lunge, Haut) als sogenanntes *Enchondroma*, ferner als neuer Ueberzug auf Knochenwucherungen am Rande abgeschliffener Gelenkköpfe (*Ecker*), letzteres tritt als Verknöcherung von bleibenden Knorpeln (Rippen, Kehlkopf, Epiglottis (sehr selten)), von Sehnen (Exercirknochen z. B.), an der *Dura mater* und *Arachnoidea*, im Auge, Eierstocke, in fibrösen Häuten (*Membrana obturatoria*), im Enchondromo, in Fibroiden und Krebsen, in der Lunge (*Mohr*'s haarhaltige Cyste) auf. Auch in diesen Fällen unterscheidet sich das Knochengewebe nicht wesentlich von gesundem, und geht bald aus knorpeligem, bald und zwar meist aus weichem Gewebe hervor (*Virchow* Arch. I. p. 137).

Zur Untersuchung der Knochen dienen vor Allem gute Schliffe. Mit einer feinen Säge entnimmt man dünne Lamellen und schleift dieselben mit Wasser auf einem feinen Schleifsteine mit dem Finger oder mit einem zweiten kleinern Steine einige Minuten (5—10), bis sie gleichmässig durchsichtig sind. Dann reinigt man den Schliff, indem man ihn, wenn er viel Fett enthält, auch mit Aether auszieht und benutzt ihn dann mit Wasserzusatz zur Erforschung der *Havers*ischen Canäle und der Stellung der Knochenhöhlen, und mit Terpentin zu der der verschiedenen Lamellensysteme. Die Knochenzellen und ihre Ausläufer, die in Schliffen durch Luft dunkel und sehr deutlich sind, auch durch Zusatz von gefärbten Flüssigkeiten schön sichtbar gemacht werden können, werden von dünnerem Terpentin ganz ausgefüllt, so dass letztere grösstentheils, aber auch erstere sehr oft dem Auge entschwinden und dasselbe geschieht in Wasser und dickerem Terpentin, doch minder rasch, weshalb man auch, bevor dieselben überall eingewirkt, noch viele derselben schön sieht. Will man die Höhlen und Canälchen bleibend sichtbar machen, so ist es das Beste, einen dünnen Schliff zu glätten, indem man ihn zwischen zwei Glasplatten reibt. Dann kann man denselben ohne Zusatz von Flüssigkeit untersuchen und erhält so vollständige Bilder, wie die Figg. 137, 138 sie wiedergeben. Auch in dickerem Canadabalsam aufbewahrte Schliffe zeigen die Zellen sehr schön und bedürfen solche vorher keiner besonderen Glättung. Das Schleifen der Knochen mit Oel ist nicht rathsam, weil dann die Knochenhöhlen mit demselben sich füllen und auch nach eindringlicher Behandlung mit Aether selten schön werden. — Nächst den Knochenschliffen ist die Untersuchung des Knochenknorpels das Lohnendste. Man verschafft sich solchen, wenn man Knochen in der Kälte so lange mit verdünnter Salzsäure (1 Theil Säure, 10—20 Theile Wasser) behandelt, bis in der oft gewechselten Flüssigkeit durch Ammoniak kein Niederschlag mehr erzeugt wird, wozu bei kleinen Knochenstückchen einige Stunden, bei ganzen Knochen mehrere Tage nothwendig sind. Vom erhaltenen Knochenknorpel macht man nun mit einem scharfen Messer Schnitte nach allen Richtungen und kann dieselben vorzüglich zur Untersuchung der *Havers*ischen Canälchen und Lamellen, die sich auch von der Oberfläche abziehen lassen, benutzen. Auch die Knochenzellen sind noch sichtbar; ihre Ausläufer erscheinen als feine Streifung, und ihre Kerne treten ohne Weiteres und besonders auch nach Behandlung mit Kali oder in durch Kochen in Wasser halb aufgelöstem Knorpel hervor. Durch Erweichung in starker Salzsäure oder nach langem Kochen im *Papin*'schen Topfe (*Hoppe*) stellen sich selbst die die Knochenzellen (Protoblasten) umhüllenden Kapseln als sternförmige Gebilde mit zarten Wänden einzeln dar, oder wie im Cemente des Pferdezahnes selbst mit rundlichen Knorpelkapseln ähnlichen Hüllen. Noch besser ist nach *Förster* zur Darstellung der Knochenkapseln mit allen Ausläufern Erweichen kleiner Stücke von Knochen oder Knochenknorpel in rauchender Salpetersäure mit Zusatz von etwas Glycerin. Nach langem Erweichen des Knochenknorpels in Wasser trennen sich die Lamellensysteme der *Havers*ischen Canälchen mehr oder minder vollständig und kommen in Gestalt grober kurzer Fasern zwischen den grösseren Lamellen zum Vorschein (*Gagliardi*'s *Claviculi*). — Setzt man die Knochen in einem Platintiegel einer starken Weissglühhitze aus, so verbrennen, indem der Knochen zuerst schwarz und schliesslich ganz weiss wird, die organischen Theile derselben und es bleiben bei gehöriger Vor-

sicht die erdigen Bestandtheile ganz in der früheren Gestalt des Knochens zurück. und eignen sich zur Erforschung des blätterigen Baues der festen Substanz und der Lamellensysteme der *Havers*ischen Canälchen, die ebenfalls zum Theil einzeln hervortreten, wie auch in verwitterten Knochen. Für die mikroskopische Untersuchung der anorganischen Theile der Knochen glüht man Knochenschliffe auf einem Platinbleche, doch müssen dieselben sehr fein sein, weil sie nachher wieder undurchsichtiger werden und ihrer Brüchigkeit wegen ausser in kleinen Bruchstücken nicht feiner sich schleifen lassen (*Bruns*), oder man kocht Schliffe in Kalilauge. An beiden sieht man die Knochenhöhlen deutlich und leer mit den Anfängen der Canälchen in feinkörniger Grundsubstanz. Den natürlichen Zustand der Knochenhöhlen sieht man leicht an ganz frischen Knochen an Schnittchen oder in dünnen Knochenlamellen, wie sie z. B. an vielen Theilen der Gesichtsknochen vorkommen. An frischen Knochen kann man auch die Gefässe in natürlicher Füllung und mikroskopisch untersuchen, was auf jeden Fall schneller zum Ziele führt, als die nicht leicht gelingenden Einspritzungen derselben, zu deren genauer Verfolgung übrigens die Knochen nachher in Salzsäure erweicht und in Terpentinöl aufbewahrt werden müssen. Die Nerven der Knochen findet man an den *Arteriae nutritiae* grosser Röhrenknochen mit blossem Auge, an kleineren Gefässen mit dem Mikroskope leicht, die des Periostes untersucht man, nachdem man dasselbe durch Natron oder verdünnte Essigsäure durchsichtig gemacht hat. Zur Erforschung der Knorpel eignen sich die Rippen- und Gelenkknorpel am besten, in welchen die Kapseln der Knorpelzellen zum Theil ohne Weiteres, zum Theil nach Zusatz von Essigsäure und Natron, die die Grundsubstanz aufhellen, deutlich sind. Durch Kochen und Erweichung in Säuren und Alkalien stellen sich die Knorpelkapseln leicht einzeln dar, und dasselbe geschieht von selbst in den gelben Knorpeln namentlich von grossen Säugern. Die Entwickelung der Knochen untersuche man an einem Röhrenknochen und am Scheitelbeine und sind nach *H. Müller* besonders in Chromsäure oder in solcher mit etwas Salzsäure gelegene Stücke dienlich, denen man mit dem Rasirmesser feine Schnitte entnimmt, die noch durch Glycerin durchsichtiger gemacht und durch Auspinseln vom jungen Marke befreit werden können. Im letztern Falle gewinnt man sehr lehrreiche Bilder der Art und Weise wie die Knochensubstanz auf dem verkalkten Knorpel sich ablagert, wogegen die Osteoblasten am besten an möglichst feinen unveränderten Schnitten besonders von Gesichtsknochen zu sehen sind. Auch rachitische Knochen sind in verschiedenen Beziehungen lehrreich.

Literatur der Knochen. Ausser den S. 69 und 83 aufgeführten Werken vergleiche man *F. Bidder*, in *Müll.* Arch. 1849. p. 292; *Vötsch*, Die Heilung der Knochenbrüche *per primam intentionem*. Heidelberg 1847; *Kölliker*, in Mittheil. der Zürch. nat. Gesellsch. 1847. p. 93; *J. Leidy*, in *Amer. Journal of the Med. Sc.* 1849; *Redfern*, in *Monthly Journal* 1854. *Jan.*; *Rokitansky*, in der Zeitschrift der Wiener Aerzte 1848. p. 1; *L. Ullmann*, *Disquis. de villis hominum superiorumque animalium. Dorpat* 1855. *c. 2 tab.*; *A. Krukenberg*, in *Müll.* Arch. 1849. p. 403; *Virchow*, in Verhandl. d. Würzb. phys. med. Ges. Bd. 1. Nr. 13, und Unters. über die Entw. d. Schädelgrundes. Berlin 1857; *Robin*, in *Mém. de la société de Biolog.* 1850. *p.* 179 und *Gazette méd. d. Paris* 1857. *Nr.* 14. 16; *Brullé et Huguény*, in *Annal. des scienc. nat.* 1845. *Nov. p.* 383; *Flourens*, *Théorie expérimentale de la formation des os. Paris* 1847. 8. *avec* 7 *pl.*; *R. Maier*, Das Wachsthum der Knochen nach der Dicke, Freiburg im Br. 1856; *H. Müller*, in Würzb. Verhandl. Bd. VIII. p. 150 und in Zeitschr. f. rat. Med. 3. Serie. Bd. II. 1858; *Ch. Rouget*, *Développement et Struct. du Syst. osseux. Paris* 1856; *Fürstenberg*, in *Müll.* Arch. 1857. p. 1; *Lachmann*, in *Müll.* Arch. 1857. p. 15; *Ch. Aeby*, in Gött. Nachr. 1857. Nr. 23; *A. Baur*, in *Müll.* Arch. 1857. p. 347; *Beck*, Abh. üb. einige in Knochen verlaufende Nerven. Freiburg 1846; *Kölliker*, in Würzb. Verh. I.; *Luschka*, Die Nerven in der harten Hirnhaut. Tüb. 1850; Die Nerven des Wirbelcanales und der Wirbel. Tüb. 1850; in Zeitschr. f. rat. Med. VII. N. F. p. 129; VIII. p. 222; in *Virch.* Arch. VII. p. 299; IX. p. 311; in *Müll.* Arch. 1855. p. 481; Die Halbgelenke des menschl. Körpers. Berlin 1858; *Rüdinger*, Die Gelenknerven d. menschl. Körpers. Erlangen 1857; *A. Rauber*, *Vater*'sche Körperchen der Bänder- und Periostnerven, 1865 Diss.; *F. J. Kaufmann*, in *Virch.* Arch. VI. p. 412; *R. Hein*, *De ossium medulla. Berol.* 1856; *C. Aeby*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. IV. 1858. p. 39, 53; *L. Ollier*, in *Journ. de la physiol. II. p.* 1, 169 u. 468; ferner in *Gaz. médic. de Paris* 1859. *No.* 37 u. 1860. *No.* 12; in *Journ. de la physiol. III. p.* 87; *IV. p.* 87; *N. Lieberkühn*, in Berl. Monatsber. aus dem Jahre 1861. p. 264 und 517;

H. Müller, in Würzb. med. Zeitschr. Bd. I. p. 221; *C. O. Weber*, Die Knochengeschwülste. Bonn 1856; *W. A. Freund*, Beitr. z. norm. u. path. Histolog. d. Rippenknorpel. Breslau 1858; *A. Wagner*, Ueber den Heilungsprocess nach Resorption und Exstirpation der Knochen. Berl. 1852. 4 Taf.; *U. Hilty*, Der innere Callus und seine Enstehung. Zürich 1852. Diss., auch in Zeitschr. f. rat. Med. n. F. III. p. 189; *H. Meyer*, in Zeitschr. f. rat. Med. III. 1853. p. 143; *R. Volkmann*, in *Virch.* Arch. Bd. 24. S. 512 und Deutsche Klinik 1864. No. 22; *H. Welcker*, Unters. üb. Wachsth. u Bau d. menschl. Schädels. Th. I. Leipz. 1862; *H. W. Römer*, z. Entwickl. d. Ellbogengelenks. Marb. 1863. Diss.; *R. Buchholz*, in *Virch.* Arch. Bd. 26. S. 78; *F. Strassmann*, *Nonn. Obs. ad ossium increment. pert. Berol.* 1862. Diss.; *Robin*, in *Journ. de l'Anat. et de la Physiol. I. p.* 88 und *Gaz. méd.* 1865. *No.* 5,7; *C. Gegenbaur*, in Jenaisch. Zeitschr. I. S. 1, III. S. 51 und Unters. z. vergl. Anat. d. Wirbelth. H. I. II. 1864—65; *J. Uffelmann*, in Deutsch. Klinik 1861. No. 15—19, No. 37 und Anat.-chir. Stud. od. Beitr. z. d. Lehre v. d. Knochen jug. Indiv. Hameln 1865; *C. Hüter*, in *Virch.* Arch. Bd. 29. S. 121. Ausserdem vergleiche man *Henle's* Bänderlehre.

Vom Nervensysteme.

§. 102.

Das Nervensystem ist, vom gröberen anatomischen Standpuncte aus betrachtet, ein vollständig zusammenhängendes Ganzes, an dem man zwei grössere Hauptmassen, Rückenmark und Gehirn und viele zu fast allen Organen von denselben ausgehende Stränge, die Nerven, unterscheidet. Die beiden ersten oder das centrale Nervensystem, die Centralorgane, werden nicht blos vom anatomischen Standpuncte aus, als Ausgangspuncte der Nerven, sondern auch von Seite der Physiologie, als Anreger der Bewegungen und Sitz der Empfindungen so wie der Seelenthätigkeiten, als übergeordnete Theile angesehen, während man den letzteren oder dem peripherischen Nervensysteme mehr die Rolle der Diener, die Vermittlung der Contractionen und Sensationen zuschreibt. Diese Betrachtungsweise ist jedoch nur theilweise richtig, weil 1) auch in den sogenannten Centralorganen sehr viele untergeordnete Theile wie in den Nerven vorkommen und 2) das peripherische Nervensystem in den sogenannten Ganglien oder Nervenknoten ebenfalls physiologische und anatomische Centralorgane besitzt. Auch die alte Eintheilung des Nervensystemes, in animales und vegetatives kann vor den Erfahrungen der Neuzeit nicht länger Stand halten und ist das letztere oder der Sympathicus, auch das Gangliennervensystem, nur als ein, freilich eigenthümlich gestalteter Theil des peripherischen Nervensystemes zu betrachten.

Elemente des Nervensystems.

§. 103.

Die Nervenröhren oder Nervenfasern (Figg. 169—171), auch Primitivröhren und Primitivfasern der Nerven (*Fila nervea s. Tubuli nervei s. Fibrae nerveae*) genannt, sind weiche, feine, drehrunde Fäden, von 1—20μ Durchmesser, welche ben Hauptbestandtheil der Nerven und der weissen Substanz der Centralorgane ausmachen, jedoch auch in der meisten grauen Substanz dieser letzteren und in den Ganglien nicht fehlen. Dieselben zerfallen ihrem Baue nach wesentlich in zwei Ab-

theilungen, **markhaltige** und **marklose**, von denen die letztern vor Allem an den Endigungen der Nerven in den Organen, ausserdem auch noch an einigen andern Orten wie im *Olfactorius* und *Sympathicus*, sich finden, während die erstern besonders für die gröbere Verästelung der Cerebrospinalnerven und die weisse Substanz der Centraltheile bezeichnend sind. Obschon in gewissen wesentlichen Verhältnissen von übereinstimmendem Verhalten, ist es doch zweckmässiger, dieselben einer gesonderten Betrachtung zu unterziehen.

§. 104.

Markhaltige Nervenröhren. Diese Nervenröhren, die auch die **dunkelrandigen** heissen, sind frisch untersucht (Fig. 169. 1) bei durchfallendem Lichte wasserhell, durchsichtig mit einfachen dunklen Umrissen, bei Beleuchtung von oben glänzend, opalartig, wie Fett, in grösseren Mengen weiss, und lassen meist keine Zusammensetzung aus besonderen Bestandtheilen erkennen, doch zeigt sich bei Anwendung verschiedener Untersuchungsweisen leicht, dass sie aus drei ganz abweichenden Gebilden, nämlich einer **zarten Hülle**, einer **zähen Flüssigkeit** und einer in der Mitte befindlichen **weichen, aber elastischen Faser** bestehen.

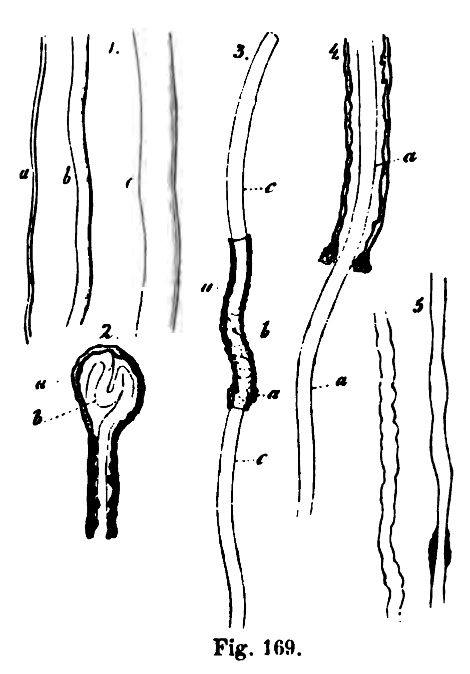


Fig. 169.

Die **Hülle** oder **Scheide** der Nervenröhren (Begrenzungshaut, *Valentin. Schwann*'sche Scheide oder Primitivscheide der Autoren, Neurilemma bei *M. Schultze* und einigen Neueren) (Fig. 171. 1, 2, 3, 4*a*) ist eine äusserst zarte, nachgiebige oder elastische, vollkommen gleichartige und wasserhelle Haut, die an ganz unveränderten Nervenfasern, mit Ausnahme gewisser Stellen, durchaus nicht sichtbar ist, dagegen bei Anwendung von passenden Mitteln, wenigstens an den dickeren Fasern der peripherischen Nerven, ziemlich leicht zur Anschauung kommt und in ihren chemischen Eigenschaften in allen wesentlichen Puncten mit dem Sarcolemma der Muskelfasern übereinstimmt. An den feinsten Fasern des peripherischen Nervensystems so wie an den Fasern der Centraltheile ist die Darstellung einer Hülle noch nicht gelungen und muss es vorläufig dahingestellt bleiben, ob dieselben Scheiden besitzen oder nicht.

Innerhalb der Primitivscheide, die scheinbar an ihrer Innenseite, in Wirklichkeit aber wahrscheinlich in ihrer Substanz bei allen Nervenröhren **Zellenkerne** von

Fig. 169. Nervenfasern bei 350maliger Vergrösserung. 1. Vom Hunde und Kaninchen im natürlichen Zustande, *a.* feine, *b.* mitteldicke, *c.* grobe Faser aus peripherischen Nerven. 2. Vom Frosche mit Serumzusatz, *a.* durch Druck herausgepresster Tropfen, *b.* Axencylinder in demselben in die Röhre sich fortsetzend. 3. Vom Rückenmark des Menschen frisch mit Serum, *a. b.* Markscheide doppelrandig, *c.* Axencylinder. 4. Doppelrandige Faser des *Ventriculus IV.* des Menschen, der Axencylinder *a* hervorstehend und in der Faser sichtbar. 5. Zwei isolirte Axencylinder aus dem Marke, der eine mit wellenförmigen Begrenzungen, der andere mit leichten Anschwellungen und etwas anhängendem Marke.

länglichrunder Gestalt enthält, liegt das *Nervenmark* (Markscheide, *Rosenthal* und *Purkyne*, weisse Substanz, *Schwann*) (Fig. 169. 3 *b*, Fig. 171. 3, 4 *b*) in Gestalt eines walzenförmigen, die mittlere Faser eng und genau umgebenden Rohres. Dasselbe ist in der frischen Nervenfaser vollkommen gleichartig, zähflüssig wie ein dickeres Oel, je nach der Beleuchtung durchscheinend und klar oder weisslich glänzend, und bedingt offenbar den eigenthümlichen Glanz und die bei auffallendem Lichte weisse Farbe der Nerven. Durch Erkalten, Wasser, die meisten Säuren und viele andere Reagentien verändert sich das *Nervenmark* schnell und ganz ausnahmlos, und zwar beruht die Veränderung vorzüglich in einem *Gerinnen* desselben, welches nach und nach von aussen nach innen fortschreitet und bald das ganze Mark, bald nur die äusserste Schicht desselben ergreift. Im letzteren Falle entstehen die *Nervenröhren mit doppelten Rändern* (Fig. 169. 2. 3. 4) oder mit äusserlich in grösserer oder geringerer Ausdehnung geronnener, innerlich noch flüssiger Markscheide, im ersteren Fasern mit scheinbar ganz krümligem, dunklem Inhalte (Fig. 170). Das geronnene Nervenmark erscheint nämlich selten gleichartig, sondern meist krümlig, körnig, wie aus einzelnen unregelmässigen grösseren und kleineren Massen zusammengesetzt, bei Essigsäurezusatz oft wie aus kleinen für sich bestehenden oder netzförmig vereinten Stäbchen gebildet. Auch durch Druck verändert sich das Nervenmark sehr leicht. Einmal fliesst es aus den Enden der Röhren oder aus bruchsackartig hervorgetriebenen und berstenden Theilen der Scheide heraus und bildet grössere oder kleinere Tropfen von allen möglichen Formen, von regelmässigen Kugeln, Keulen, Spindeln, Walzen, Fäden bis zu den sonderbarsten Gestalten, welche ebenfalls nur an der

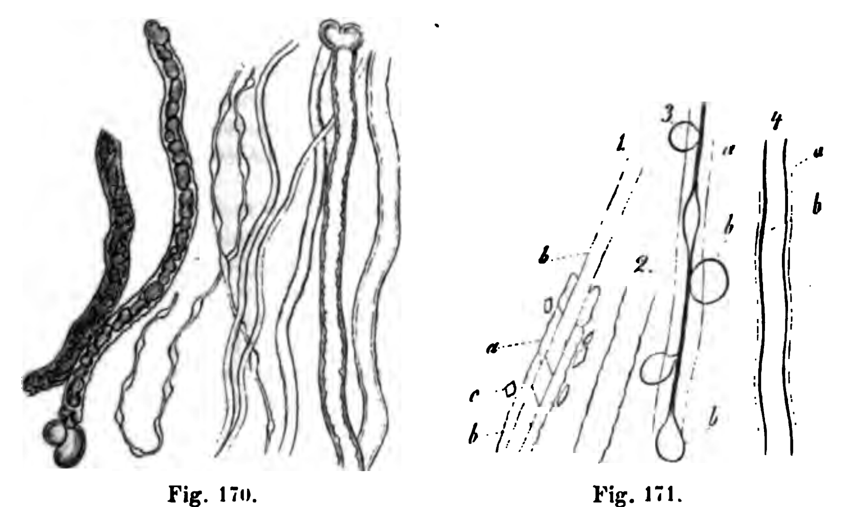


Fig. 170. Fig. 171.

Oberfläche oder ganz gerinnen und daher wie die Nervenfasern doppelrandig oder halb oder ganz krümelig erscheinen. Aber auch in den Röhren drin ändern sich seine Form-

Fig. 170. Nervenröhren des Menschen, 350mal vergr., und zwar vier feine, davon *zwei* varicös, eine mitteldicke mit einfachem Rande, und vier dicke, davon zwei doppelrandig und zwei mit krümligem Inhalte.

Fig. 171. Nervenfasern, 350mal vergr. 1. Vom Frosche mit Alkohol und Essigsäure gekocht. *a*. Scheide, *b*. Axencylinder, *c*. Krystalle (Fett?). 2. Für sich dargestellte Scheide eines mit Natron gekochten Froschnerven. 3. Vom Boden des *Ventriculus IV*. des Menschen nach Behandlung mit Natron, *a*. Scheide, *b*. Mark in Tropfen ausfliessend, der Axencylinder fehlt (ist durch das Präpariren ausgezogen) und der innere Streifen ist Mark. 4. Von der Wurzel des *Abducens* des Menschen mit Natron, *a*. Scheide, *b*. Mark. Axencylinder nicht sichtbar.

verhältnisse, indem es statt wie früher ganz gleichmässig in Gestalt eines walzenförmigen Rohres in denselben enthalten zu sein, stellenweise in grösseren Massen sich anhäuft. So entstehen die vielbesprochenen varicösen Nervenröhren (Fig. 170), in denen das Mark bald zierliche, rosenkranzartige Anschwellungen, bald verschieden grosse ungleichmässig vertheilte Knoten, ja selbst stellenweise gänzliche Unterbrechungen besitzt. Alle diese Formen, an denen die Scheide häufig Antheil nimmt, häufig auch nicht und die mittlere Faser sich nicht betheiligt, sind künstlich entstanden und bilden sich besonders leicht an den feineren Fasern der Centralorgane und denen mit zarterer Scheide.

Die mittlere oder Axenfaser der Nervenröhren, der Axencylinder (*Cylinder axis*) von *Purkyne*, das Primitivband oder der Primitivschlauch von *Remak* (Fig. 169. 2, 3, 4, 5. Fig. 171. 1), ist eine drehrunde oder leicht abgeplattete Faser, welche an unveränderten ganzen Nervenröhren eben so wenig als die Scheide sich erkennen lässt, da sie rings von dem Mark umflossen ist und das Licht gerade ebenso bricht, wie dieses, dagegen leicht zum Vorschein kommt, wenn man die Nervenröhren zerreisst oder mit verschiedenen Reagentien behandelt, und sich so theils im Innern der Röhren, theils für sich als ganz regelrechtes Gebilde erkennen lässt. Im natürlichen Zustande ist die Axenfaser blass, meist gleichartig, seltener fein körnig oder fein streifig, von geraden oder hie und da unregelmässigen blassen Rändern begrenzt und meist überall von gleicher Dicke, seltener stellenweise dicker und dünner (Fig. 169, 5) und wie mit leichten Varicositäten versehen: sie zeichnet sich vor dem Nervenmarke besonders dadurch aus, dass sie, obschon weich und biegsam, doch nicht flüssig und klebrig, sondern elastisch und fest ist, etwa wie geronnenes Eiweiss, mit dem sie auch in ihren chemischen Eigenschaften am meisten übereinzustimmen scheint. Man findet diese Faser, die gewöhnlich unter dem Namen Axencylinder geht, in allen Nervenfasern mit Nervenmark, auch in den feinsten, und überall mit denselben Eigenschaften, und entspricht dieselbe in ihrer Dicke beiläufig der Hälfte oder dem Dritttheile des Durchmessers der Nervenfasern.

Die Durchmesser der markhaltigen oder dunkelrandigen Nervenröhren sind sehr verschieden und wechseln zwischen 1—20 μ. Gewöhnlich theilt man dieselben der Bequemlichkeit der Beschreibung halber in feinste (unter 2 μ), feine von 2—4 μ, mitteldicke (von 4—9 μ) und dicke, starke oder grobe Fasern (von 9—20 μ), deren Verbreitung weiter unten ausführlich angegeben werden soll. Ausserdem weichen diese Nervenröhren auch noch in der Festigkeit von einander ab, in der Art, dass vor Allem die der Centralorgane weicher und leichter zerstörbar sind, als die der Nerven selbst, was von dem Mangel der Scheide am ersteren Orte abhängt.

Ueber die Scheide der Primitivfasern herrscht noch mannichfaches Dunkel. An der schon ältern Beobachtern bekannten gleichartigen zarten Hülle der Nervenfasern beschrieben zuerst *Schwann* und *Rosenthal* Zellenkerne, worauf *Henle* bemerkte, dass es ihm nicht gelungen sei, diese Kerne zu sehen und wahrscheinlich eine Verwechselung mit einer secundären kernhaltigen Scheide stattgefunden habe, wie sie allerdings beim Frosche auch um einzelne Fasern sich finde, die aber wahrscheinlich noch ihre besondere Scheide haben. Die späteren Untersuchungen lehrten dann, obschon dies meines Wissens von Niemand weiter bestimmt ausgesprochen wurde, dass es zweierlei, scheinbar verschiedene Scheiden der Primitivfasern gibt, und zwar 1) solche, die von den dunkelrandigen Fasern weit abstehen, so dass sie ohne Weiteres sichtbar sind und ihre Kerne leicht zeigen, und 2) andere, die das Nervenmark so dicht umschliessen, dass sie nur durch besondere Verfahrungsweisen darzustellen sind. Von den ersteren hat schon *Henle* eine abgebildet (Taf. VI. Fig. 5 *H*), dann wurden dieselben von mir aus den Schwänzen von Froschlarven dargestellt und als Membranen der Bildungszellen gedeutet und noch später von vielen Beobachtern gesehen und beschrieben (von mir (Mikr. Anat. Figg. 70 *A*. 107, Gewebelehre 3. Aufl. Figg. 55, 57, 177, 178), *R. Wagner* (in seinen Arbeiten über die elektrischen Organe), *Czermak*

Hautnerven der Frösche), *M. Schultze* (Nerven der elektrischen Organe) und von vielen Anderen). Dieselbe Hülle beschrieb dann *Robin* als Perinèvre. Die zweite dicht anliegende Hülle wurde besonders durch meine Untersuchungen bekannter, indem ich Mittel angab, um dieselbe mit Sicherheit darzustellen. Ich fand, dass ihre Darstellung leicht gelingt durch Kochen der Nerven in *Alkohol absolutus* und nachher in Essigsäure (Fig. 171) oder durch Behandlung mit *Natron causticum* in der Kälte; durch Kochen solcher Nervenfasern in Natron bis zum einmaligen Aufwallen der Flüssigkeit gelingt es auch leicht, viele Bruchstücke ganz leerer etwas aufgequollener Nervenscheiden darzustellen, welche im Zarten eine auffallende Aehnlichkeit mit leeren Röhren der *Membrana propria* der Harncanälchen haben (Fig. 171. 2). Am schönsten aber sieht man, wie ich zeigte, die Scheiden durch rauchende Salpetersäure und nachherigen Zusatz von *Kali causticum*. In diesem Falle tritt das Fett der Markscheiden in blassen Tropfen aus den Röhren heraus, die Axencylinder werden gelöst und es bleiben die gelb gefärbten Scheiden leer, weiter und mit aufgequollenen Wandungen von 0,9—1,8 μ Dicke zurück. Dass auch diese Scheiden Kerne besitzen, hat wohl *Schiff* zuerst gezeigt, nachdem er gefunden hatte, dass die nach Nervendurchschneidungen auftretenden kernhaltigen blassen Fasern nur die alten marklos gewordenen Nervenröhren sind, eine Beobachtung, die seither von verschiedenen andern Seiten Bestätigung gefunden hat und die auch ich im Sinne von *Schiff* deutete (Gewebel. 3. Aufl.). Später hat sich auch *Reissner* dahin ausgesprochen (*Müll.* Arch. 1861. S. 730), dass das Vorkommen von Kernen innerhalb der Primitivscheiden eine allgemeine Erscheinung sei, bei welchem Ausspruche er auch die enganliegenden Scheiden im Auge hat.

In Betreff der Deutung dieser Scheiden, so hielt *Schwann*, ohne zwischen denselben zu unterscheiden, dieselben für Abkömmlinge der Membranen der Bildungszellen, wogegen *Henle*, wie angegeben, die abstehenden kernhaltigen Scheiden dem bindegewebigen Neurilem zurechnet. Ich selbst erklärte beiderlei Formen für Zellmembranen gleichwerthig, dagegen scheint *Robin* diese Verhältnisse wieder wie *Henle* aufzufassen, indem er wenigstens nur die lose die Nervenröhren umgebenden Scheiden als Perinèvre bezeichnet und *M. Schultze* nennt überhaupt alle kernhaltigen Scheiden Neurilemma, ein Ausdruck, der kaum etwas anderes besagen kann, als dass er dieselben als eine Abart der bindegewebigen Nervenscheiden ansieht. Meinen Erfahrungen zufolge (siehe unten) gibt die Entwickelungsgeschichte in Betreff der kernhaltigen Scheiden um einzelne Primitivfasern und kleine Bündel solcher ganz bestimmten Aufschluss und lehrt, dass dieselben alle ohne Ausnahme, mögen sie nun dunkelrandige Fasern dicht umhüllen oder nicht, kein Bindegewebe sind, sondern aus zelligen Elementen bestehen, die untereinander verschmolzen die Nervenfasern (Axencylinder und Mark) umgeben. Früher war ich der Meinung, dass die Nervenfasern im Innern der Lumina dieser Zellen sich befinden, allein jetzt möchte ich es für wahrscheinlicher halten, dass die Zellen abgeplattet, wie die Zellen, die die Capillaren bilden, die Nervenfasern nur von aussen umgeben. Ist dem so, so würden die Nervenscheiden zur einfachen Bindesubstanz, d. h. den *Epithelia spuria* (s. §. 23) zu zählen sein. Auf jeden Fall sind dieselben von den gewöhnlichen Bindegewebscheiden der Nervenstämmchen verschieden, die seit Alters her Neurilemma heissen, und behalte ich für sie den Namen Primitivscheide bei.

Ein Verhältniss, auf das man in neueren Zeiten aufmerksam geworden ist, ist das, dass die centralen Nervenfasern, dann die der *Retina*, des *Opticus* und *Acusticus* keine kernhaltigen Scheiden besitzen. Hier erhebt sich nun besonders die Frage, ob dieselben vielleicht doch um das Mark, wenn auch kernlose Hüllen haben. Schon im Jahre 1850 hat *Stannius* (Gött. Nachr.) bei *Petromyzon* gefunden, dass die Nervenfasern der Centralorgane weder Hülle noch Mark besitzen. Später haben *Bidder* und *Kupffer* (Unters. über d. Text. d. Markes S. 25) diese Erfahrungen bestätigt und auf die Nervenfasern des Markes der Thiere ausgedehnt, welchem Ausspruche *M. Schultze* für die centralen Nervenfasern überhaupt sich anschloss. Ich stimme dem vollkommen bei, indem auch mir solche Hüllen nicht mit der nöthigen Bestimmtheit nachgewiesen zu sein scheinen. Ich habe zwar selbst in Fig. 171, 3. eine solche Scheide vom Gehirne abgebildet, allein die vor 16 Jahren gemachte Beobachtung seither nicht wiederholt, weshalb ich dieselbe nicht ohne Weiteres als entscheidend bezeichnen kann. Von neueren Beobachtern haben *Reissner* (*Müll.* Arch. 1860. St. 571) gegen, *Stilling* (Bau der Nervenfasern St. 13), *Mauthner* und *Valentin* für solche Scheiden sich ausgesprochen, letzterer auf Grund von Beobachtungen, die im polarisirten Lichte angestellt wurden.

Um die Markscheide oder das Nervenmark in seinem regelrechten Verhalten zu sehen, muss man einen Nerven eines eben getödteten Thieres ohne Zusätze schnell unter das Mikroskop bringen, in welchem Falle man immer einzelne Fasern ganz unverändert sieht, jedoch durch das Eintrocknen der Nerven sehr schnell gestört wird. Ausserdem ist noch zu empfehlen die Beobachtung der Nerven in durchsichtigen Theilen eben getödteter oder lebender Thiere (Nickhaut, Schwimmhaut des Frosches, Schwänze der Froschlarven), ihre Betrachtung auf erwärmten Glasplatten (*Stark*) und nach Behandlung mit Chromsäure, welche namentlich die Hirnfasern oft untadelig erhält.

Die schon von *Fontana* gesehene centrale Faser der Nervenröhren, welche wir jedoch erst durch *Remak* als Primitivband und durch *Rosenthal* und *Purkyně* als *Cylinder axis* genauer kennen gelernt haben, ist unstreitig der am schwierigsten zu erforschende und der am wenigsten gekannte Theil der Nervenröhren. Vor zehn Jahren noch gab es nur Wenige, wie *Hannover* und *J. Müller*, die unbedingt an *Remak* und *Purkyně* sich anschlossen, welche den Axencylinder als regelrechtes Gebilde auch in frischen Nerven annehmen, während die Meisten den Ansichten von *Valentin* (Repert. 1838. S. 76. 1839. S. 79, und *Henle* (Allg. Anat.) huldigten, die denselben als eine nachträgliche, erst im Tode entstandene Bildung auffassen und als den nicht geronnenen mittleren Theil des im Leben gleichartigen Inhaltes der Nervenröhren ansehen. Seit jedoch in der neueren Zeit die mittlere Faser der Nervenröhren durch mich einer genaueren Untersuchung unterzogen wurde (Mikr. Anat. II. 1. p. 399—404), möchte es wohl als ausgemacht betrachtet werden dürfen, dass dieselbe ein wesentlicher Bestandtheil der lebenden Nervenröhren ist. Die wichtigsten dieselbe betreffenden Thatsachen sind folgende:

In menschlichen Nervenfasern ist im Gehirne und Marke, wie man sie gewöhnlich zur Untersuchung erhält, der Axencylinder bei genauerer Nachforschung überall und sicher zu erkennen und zwar am allerleichtesten in den Centraltheilen, wo der Mangel der Nervenscheiden und die Zartheit der Bindesubstanz dem Zerreissen der Röhren wenig Hindernisse setzt. Man sieht denselben hier selbst an den nahezu feinsten Röhren. Meist verläuft er ganz gerade von zwei parallelen blassen Rändern begrenzt, ist hie und da auch stellenweise dicker oder schmäler (Fig. 169. 5), jedoch selten mit Varicositäten wie die Nervenröhren von *M. Schultze* an den Acusticusfasern des Hechtes und Kaulbarsches gesehen), ferner gebogen, selbst leicht wellenförmig gekrümmt, auch wohl mit einer unregelmässigen, selbst zackigen Begrenzung. Behandelt man frische Nervenfasern eines eben getödteten Thieres mit passenden Reagentien, so tritt die Axenfaser augenblicklich hervor. Betupft man einen dünnen, ganz frischen Hautnerven des Frosches, während man ihn mit einer 100maligen Vergrösserung betrachtet, mit einem Tropfen *Acid. aceticum glaciale* oder *concentratum*, so sieht man im Nu, während der Nerv sich verkürzt, an den beiden Schnittenden grosse Stücke der krümelig gewordenen Markscheide und viele Axencylinder als blasse, helle, aufgequollene Fasern heraustreten. Ebenso schön bringt auch Alkohol den Axencylinder, nur geschrumpft und fester zum Vorschein, namentlich beim Kochen. Ebenso wirkt auch der Aether. Die Markscheiden werden durch diese beiden Reagentien blasser und krümelig, und die Krümel erscheinen oft wie zu zierlichen Netzen verbunden. — Ausser durch die genannten Reagentien stellen sich die Axenfasern noch vorzüglich schön dar durch Chromsäure (*Hannover*), Sublimat (*Purkyne, Czermák*) und Gallussäure, vorzüglich nach längerem Verweilen der Nerven in diesen Flüssigkeiten. *Czermák* hat im Acusticus des Störes aus sich theilenden Nervenfasern durch Sublimat auch gabelförmig gespaltene Axencylinder dargestellt. Auch Iod oder Iod mit Iodwasserstoffwasser (*Lehmann*) wirkt ausgezeichnet, ebenso Chloroform (*Pflüger*), Salzsäure, Schwefelsäure und rauchende Salpetersäure bringen den Axencylinder ebenfalls in gewissen Fällen zum Vorschein (*Lehmann*). Carmin färbt nur die Axencylinder (*Stilling, Lister, Turner*), lässt dagegen die Markscheide unberührt nach *Mauthner* wird auch sie nach langer Zeit schwachroth), wogegen Chromsäure den erstern nicht verändert und das Mark dunkel, braun und ringförmig gestreift macht (*Lister* und *Turner*). Die Primitivscheide färbt sich in Carmin roth (*Mauthner*). Höllenstein färbt den Axencylinder schwärzlich und erzeugt an ihm mehr minder deutliche Querstreifen (*Frommann*). In Chlorgold werden Axencylinder und Mark dunkelviolett bis schwarz (*Cohnheim*, ich).

Die chemische Beschaffenheit anlangend, so quillt die centrale Faser in concentrirter Essigsäure sehr bedeutend auf, löst sich jedoch schwer und ist selbst nach mehrere Minuten fortgesetztem Kochen, wenn auch blass, doch immer noch unverändert. Länger mit Essig-

säure gekocht, löst sich dieselbe gerade wie auch geronnenes Eiweiss, dagegen bleiben die Hüllen und etwas Nervenmark ungelöst. Alkalien (Kali, Natron, Ammoniak) greifen in der Kälte den Axencylinder nur langsam an, doch wird derselbe in Natron augenblicklich sehr blass und quillt bis zu 9—11—13 μ auf. Längeres Verweilen in Natron löst denselben auf, und dasselbe geschieht beim Kochen schon nach dem ersten Aufwallen der Flüssigkeit. In rauchender Salpetersäure geht er nach Kurzem, in weniger als einer halben Minute, zu Grunde, gerade wie diess auch mit geronnenem Eiweisse der Fall ist. Mit Salpetersäure und Kali behandelt wird der Axencylinder gelb (Xanthoproteinsäure) und ist spiralig zusammengezogen in den ebenfalls jedoch minder verkürzten Nervenröhren zu sehen. Dagegen wird er durch Zucker und concentrirte Schwefelsäure, welche geronnenes Eiweiss roth färben, nicht verändert oder nimmt höchstens einen gelblichen oder schwach röthlichen Schein an. In Wasser verändert sich der Axencylinder nicht, auch nicht beim Kochen, in welchem Falle er leicht sich einzeln darstellt und etwas geschrumpft erscheint; durch Aether und Alkohol wird er selbst beim Kochen nicht gelöst, schrumpft jedoch etwas zusammen. Das Letztere geschieht auch durch Sublimat, Chromsäure, Iod und kohlensaures Kali. Nehmen wir alle diese Reactionen zusammen, so möchte sich wohl mit Bestimmtheit ergeben, dass der Axencylinder eine geronnene Proteinverbindung ist, die jedoch vom Faserstoffe sich unterscheidet, indem sie in kohlensaurem Kali und Salpeterwasser sich nicht löst und in Essigsäure und kaustischen Alkalien viel mehr Widerstand leistet. Mit dem Stoffe, welcher die Muskelfibrillen bildet, stimmt dieselbe dagegen durch ihre Elasticität und Unlöslichkeit in kohlensaurem Kali überein, unterscheidet sich jedoch von ihm durch ihre Unlöslichkeit in verdünnter Salzsäure und ihre Schwerlöslichkeit in Essigsäure (ich, *Lehmann*).

Der Schluss, der aus diesen Thatsachen sich ziehen lässt, scheint mir einfach der, dass der Axencylinder kein Kunsterzeugniss ist, sondern als wesentlicher Bestandtheil der lebenden Nerven angenommen werden muss, und halte ich den Zustand, in welchem wir die Axenfaser in menschlichen Nerven und Centralorganen bei Zusatz von Blutserum, Eiweiss, *Humor vitreus* zur Anschauung erhalten, für denjenigen, der die Verhältnisse, wie sie im Leben sich finden, am treuesten wiedergibt.

Mit Bezug auf die Natur der Axenfasern hat *Remak* die Behauptung ausgesprochen, dass dieselben im Leben Röhren seien und sie deshalb Axenschläuche genannt. Die sehr dünne aber feste Wand derselben zeige regelmässige Längsfaserung, während im Innern keine Fasern zu bemerken seien. Ich habe mir bisher in keiner Weise die Ueberzeugung zu verschaffen vermocht, dass die Axencylinder eine besondere Hülle und Inhalt haben. Nie, auch bei den verschiedensten Behandlungen nicht, sah ich einen allfälligen Inhalt hervortreten oder eine Scheide deutlich werden, vielmehr erschienen mir dieselben immer als Fasern. Auch die stellenweisen Anschwellungen, die manchmal vorkommen, beweisen nicht nothwendig die Anwesenheit einer Hülle und die schon von mir angegebene feine Streifung, die dieselben hie und da darbieten, beweist doch offenbar nichts für ihren röhrigen Bau. Eine ganz andere Frage ist die, ob die Axencylinder aus feineren Fasern bestehen und lässt sich die eben erwähnte feine Streifung in diesem Sinne deuten, um so mehr, da noch einige andere Thatsachen dazu kommen. Hier sind zu nennen 1) die Beobachtung von *Remak* über einen feinfaserigen Centralstrang in gewissen Nervenröhren des Flusskrebses, welche *Leydig* bei den Käfern, *Häckel* bei vielen Krustern zu bestätigen Gelegenheit hatten. Es sind jedoch diese Nervenfasern von denjenigen höherer Thiere so verschieden, dass es kaum möglich ist, dieselben miteinander in Vergleichung zu ziehen, um so mehr, da es noch nicht einmal entschieden ist, ob dieselben einfache Fasern oder Bündel solcher sind. Wenn *G. Walter* Recht hat, der angibt, dass die Fibrillen des Axenbandes der breiten Nervenfasern von *Astacus* von mehrfachen Nervenzellen abstammen, so wären diese Fasern einfach Bündel von Axencylindern. 2) Das Vorkommen einer feinen, sehr deutlichen Streifung an den Fortsätzen grosser Nervenzellen, das von mir an denen des Cerebellum, von *G. Walter* an denen der *Lobi olfactorii* der Säuger beschrieben wurde und das später auch *Beale* und *Frommann* sahen. Der letztere bezieht die Streifen, die er auch im Querschnitte an Rissstellen erkannte, mit Bestimmtheit auf Fäserchen und liesse sich somit aus diesen Erfahrungen schon ein Schluss auf den Bau der Axencylinder ableiten, wenn es nur feststünde, dass die grossen Ausläufer der multipolaren Zellen und die Axencylinder ganz gleichwerthige Bildungen sind. 3) Die Zusammensetzung der Olfactoriusfasern und gewisser markloser Fasern des *Sympathicus* der Säuger aus feinen Fäserchen (*M. Schultze*, ich). Auch hier erhebt sich die Frage, ob diese Gebilde Bündel von Axencylindern oder einfache Fasern

sind und spricht vorläufig eine grössere Wahrscheinlichkeit für die erstere Annahme. Es fehlen somit für einmal alle und jede bestimmteren Beweise für eine fibrilläre Beschaffenheit der Axencylinder.

Die neuere und neueste Zeit hat einige Mittheilungen gebracht, welche auf die allerfeinsten Verhältnisse der Nervenelemente sich beziehen. Vor Allem hat *Stilling* in einer grossen Arbeit den Fasern und Zellen einen äusserst zusammengesetzten Bau zugeschrieben. Mark und Scheide, Kern, Zellinhalt und Zellmembran der Zellen sollen aus zusammenhängenden feinen Röhrchen bestehen, die bei den Fasern im Innern das Nervenmark enthalten, und mit diesen Röhrensystemen sollen auch die je aus 3 Theilen zusammengesetzten Axencylinder und Kernkörperchen durch Röhren sich verbinden. Ausserdem würden solche Röhrchen auch noch benachbarte Primitivfasern und Zellen unter einander vereinen. *Jacubowitsch* ferner findet auf Querschnitten von Nervenröhren um den Axencylinder herum eine spiralige Umhüllung, in deren Zwischenräumen das Nervenmark enthalten sei, welche Umhüllungen bei benachbarten Nervenröhren zusammenhängen und Bindegewebe seien. Diese Annahme richtet sich wohl von selbst und scheint es mir nicht nöthig weiter bei derselben zu verweilen, was dagegen *Stilling's* Mittheilungen betrifft, so möchte ich voran stellen, dass man meiner Ueberzeugung nach bei Würdigung von Angaben, die sich auf feinere Verhältnisse von Theilen beziehen, die man bisher für einfach hielt, nicht vorsichtig genug zu Werke gehen kann. Wenn man sich erinnert, was die neueren Erfahrungen über den Bau der Darmcylinder und der Eihüllen (Poren), des elektrischen Organs (Endnetze), der blassen Nervenfasern (Zusammensetzung aus feinen Fäserchen (siehe §. 105)) zu Tage gefördert haben, und wenn man ferner bedenkt, dass die Annahme einer bestimmten Anordnung der letzten Moleciile aller thierischen Formgebilde unabweisbar ist, so wird man sich wohl hüten über Angaben der Art, und wenn sie auch so weit gehen, wie die von *Stilling*, vorschnell ein Urtheil zu fällen. Immerhin ist es der Kritik gestattet, dieselben zu beleuchten und erlaube ich mir daher vorzubringen, dass ich weder an eigenen, noch an den Präparaten von *Stilling* selbst, die derselbe mir zu zeigen die Güte hatte, irgendwie die Ueberzeugung zu gewinnen im Stande war, dass die von *Stilling* gemeinten und abgebildeten Theile röhrige Elemente seien. Ueberhaupt muss ich für einmal selbst gegen das Vorkommen der fraglichen Bildungen als Theile der lebenden Nervenfasern und Zellen mich aussprechen, ohne hiermit weiteren Untersuchungen den Weg abschneiden zu wollen. Ziemlich in demselben Sinne wie ich haben sich nun auch *Lister* und *Turner* ausgesprochen, wogegen *Stilling* in seinem grossen Werke S. 701 seine Auffassung von Neuem vertheidigt. *Mauthner* schildert das Nervenmark als gleichartig oder geschichtet und unterscheidet am Axencylinder zwei Theile, einen innern, der sich in Carmin tiefer färbe, was auch *Reissner* an den starken Fasern des Rückenmarkes von *Petromyzon* in seltenen Fällen beobachtete (*Müll.* Arch. 1860. Taf. XV. Fig. 11), ebenso schon vor ihm *Owsjannikow de medullae spinal. text.* 1854. *p.* 20). *Clarke* schliesst sich an mich, *Lister* und *Turner* an und bringt nur insofern Eigenthümliches, als er die Scheide aus verschieden dicken Fasern zusammengesetzt sein lässt. Hier scheint mir ebenso wie bei *Mauthner*, der die Scheiden z. Th. structurlos, z. Th. aus Bindegewebsfasern zusammengesetzt nennt, eine Verwechselung mit gewöhnlichem Neurilem stattgefunden zu haben. Nach *Klebs* findet sich zwischen dem Axencylinder und dem Nervenmark eine besondere »periaxiale Flüssigkeit«, eine Annahme, für welche *Kl.* die Beweise aus dem Verhalten der Nervenfasern im polarisirten Lichte herzunehmen scheint. — Ueber den Bau des Axencylinders haben *Roudanowsky* und *Kutschin* eigenthümliche Ansichten geäussert. Nach *Kutschin* (Med. Centralbl. 1865. No. 36) bestehen die Axencylinder aus der Länge nach aneinander gereihten zugespitzten kernhaltigen Zellen, eine Angabe, die auf die Untersuchung der kernhaltigen marklosen Fasern sich zu beziehen und auf einer Verwechslung mit der kernhaltigen Scheide derselben zu beruhen scheint. *Roudanowsky* sieht an Schnitten gefrorner Nervenwurzeln und der weissen Substanz des Markes die Axencylinder mit queren Ausläufern versehen, und durch dieselben untereinander verbunden. Nach dem, was ich an Präparaten gesehen habe, die ich von *Roudanowsky* erhielt, kann kein Zweifel darüber bestehen, dass die Axencylinder an denselben auf dem Querschnitte sternförmig oder [illegible] erscheinen und an Längsansichten quere Ausläufer zeigen, dagegen habe ich [illegible] wie *Robin* (*Journ. de l'Anatomie II. p.* 243) von einem Zusammenhange ver[illegible]ncylinder durch solche Fäden etwas bemerkt. Ferner halte ich diese Aus[illegible] regelrechten Bildungen, sondern für Erzeugnisse der angewandten Methode

und erinnere ich daran, dass schon *Owsjannikow* (l. c. p. 21) und *Reissner* (*Müll.* Arch. 1860. St. 570. Taf. XV. Fig. 11) vor längerer Zeit sternförmige Axencylinder von *Petromyzon* abgebildet und beschrieben haben, die sie auf Rechnung der Chromsäure setzen. Ueber das Verhalten der Nervenfasern im polarisirten Lichte vergl. man *Valentin*, Die Unters. der Thiergew. im pol. Lichte S. 291 ff. und *Klebs* (Med. Centralbl. 1863. No. 36 und *Virch.* Archiv Bd. 32. St. 180. T. IV).

§. 105.

Marklose Nervenröhren. Je weiter die Untersuchungen reichen, um so mehr zeigt sich, dass auch beim Menschen und bei höheren Thieren Nervenfasern, die der weissen Substanz entbehren, eine sehr verbreitete Erscheinung sind, zugleich ergibt sich aber auch eine immer grösser werdende Unsicherheit, wenn es sich darum handelt den Bau derselben genau zu bestimmen.

Bei der Beschreibung dieser Fasern gehe ich von gewissen Nervenendigungen aus, welche die Verhältnisse am klarsten zeigen und zwar denen im elektrischen Organe von *Torpedo*, in den Muskeln des Frosches und in der Haut der Maus und Ratte und

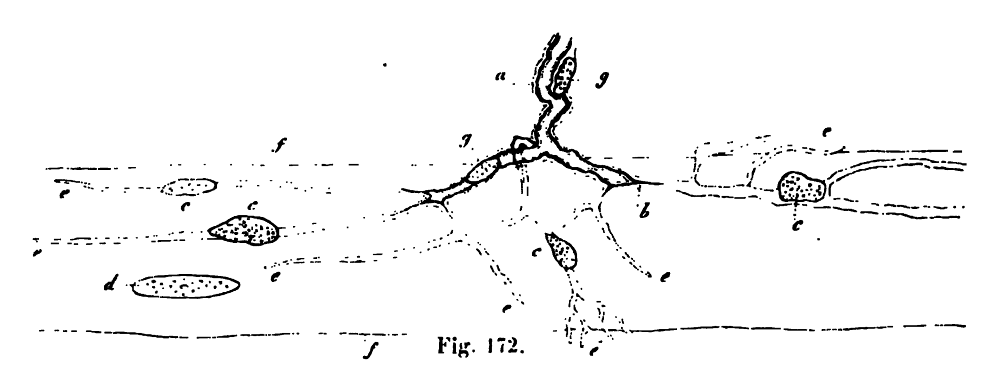


Fig. 172.

verweise vor Allem auf die Figg. 172 und 173. An allen diesen Stellen ergibt die Untersuchung der Uebergangsstelle der markhaltigen in die marklosen Nervenfasern 1) dass die Primitivscheide mit ihren Kernen auch auf die marklosen Fasern übergeht und 2) dass die letztern im Innern bald auf kürzere, bald auf längere Strecken einen blassen Faden enthalten, der die Fortsetzung des Inhaltes der Nervenröhren (Mark und Axencylinder) ist. Da nun das Mark durch seine dunklen Begrenzungen sich auszeichnet, besagter Faden aber blass ist, so liegt es nahe anzunehmen, dass derselbe einzig und allein die Fortsetzung des Axencylinders sei, es möchte jedoch schwer sein zu beweisen, dass derselbe nicht in einzelnen Fällen, wenigstens am Beginne, noch einen dünnen Ueberzug von Mark besitzt, um so mehr, da es Stellen gibt, wo der innere Faden zwischen entschieden markhaltigen Stellen auch ganz blass ist, wie an der Theilungsstelle *b b* der Fig. 173. Im weiteren Verlaufe ist derselbe jedoch wohl entschieden nur als Axencylinder anzusehen, doch bleibt dieser Axencylinder immer nur auf eine gewisse Strecke unterscheidbar und folgen an den Endi-

Fig. 172. Endverästelung einer dunkelrandigen Röhre aus dem Hautmuskel der Brust des Frosches mit der Linse *à immersion* No. 10 von Hartnack und *Oc.* 1. *a.* Scheide der Nervenröhre bei *b* auf die blassen Endfasern übergehend. *b.* Fortsetzung des Nervenröhreninhaltes (vorzüglich des Axencylinders) in die blassen Endfasern. *c.* Kerne der blassen Endfasern. *d.* Ein Kern der Muskelfaser *ff*, auf welcher die Verästelung der Endfasern aufliegt. *eeee* Enden der blassen Endfasern. An den übrigen Stellen wurde ein deutliches Ende der Fasern nicht gesehen. *g.* Kerne der dunkelrandigen Nervenröhren.

gungen selbst **blasse gleichartige Fasern mit Kernen**, die schliesslich mit kernlosen Fäserchen enden, die entweder ein Netz bilden (*Torpedo*) oder frei auslaufen. Obgleich an diesen Endfasern weder Hülle noch Inhalt zu unterscheiden sind, so möchte doch nicht bezweifelt werden können, dass die kernhaltigen unter ihnen alle zarte Röhren sind, deren Inhalt den Axencylinder der andern Fasern vertritt und deren Hülle die Fortsetzung der Primitivscheide derselben ist. Hervorgehoben zu werden verdient nun auch noch, dass wenigstens beim Frosche blasse Fasern vorkommen, die stellenweise zwei Axencylinder enthalten (Fig. 173 *c*).



Fig. 173.

Alles zusammengenommen, erscheinen somit die marklosen Nervenfasern an den angegebenen Stellen in mehrfachen Formen und zwar 1) **als deutliche Röhren** mit Scheide und Axencylinder und Kernen, welche in gewissen Fällen selbst zwei Axencylinder innerhalb einer Scheide führen und 2) als scheinbar gleichartige Fasern, die wiederum kernhaltig und kernlos auftreten, und wenn man der Sache auf den Grund geht, ebenfalls z. Th. zarte Röhren sein möchten, deren Inhalt dem Axencylinder der andern Fasern entspricht, während ein anderer Theil d. h. die kernlosen Fäserchen, nackte Axencylinder darstellt.

Gehen wir nun mit dieser Kenntniss der marklosen Fasern der besagten Gegenden zur Prüfung der übrigen solchen Fasern, so finden wir, dass dieselben je nach den verschiedenen Organen bald genau dem entsprechen, was wir hier fanden, bald wenigstens der einen oder andern der aufgezeichneten Formen gleichwerthig sind. Wesentlich dasselbe was in den quergestreiften Muskeln zeigen nach meinen Erfahrungen die Nervenenden im Herzen, in den glatten Muskeln, an den Gefässen und in den Schleimhäuten der Frosches und sind an allen diesen Stellen die Nervenfasern bis nahe zu den letzten Enden kernhaltig, woraus ich schliesse, dass hier auf keinen Fall eine

Fig. 173. Ein Theil der Verästelung sensibler Fasern aus dem Hautmuskel der Brust des Frosches. Linse 7 Oc. 1 von Hartnack. *a a* dunkelrandige Fasern mit einer abstehenden zarten Scheide und Kernen *f* innerhalb derselben. *b b b* blasse Fasern, die theils die Fortsetzungen der dunkelrandigen Fasern sind, theils seitlich von denselben abgehen, die alle noch eine Scheide und einen blassen Inhalt (Axencylinder) besitzen. Bei *c* theilt sich der Axencylinder einer solchen Faser. *d d d* marklose Endfasern mit Kernen *f*, an denen keine Scheide mehr zu erkennen ist.

Scheide auf längere Strecken fehlt. Mehr an die Nerven der elektrischen Organe schliessen sich nach *Cohnheim's* und meinen neusten Erfahrungen (S. 111) die Nerven der Hornhaut (Figg. 174. 175), indem hier die blassen mit kernhaltigen Scheiden versehenen Fasern der eigentlichen Hornhaut bei ihrem Eintritte in das Epithel zu kernlosen, auf weite Strecken dahinziehenden und z. Th. netzförmig verbundenen feinsten Fäserchen sich gestalten, die unzweifelhaft Axencylindern gleichzustellen sind.

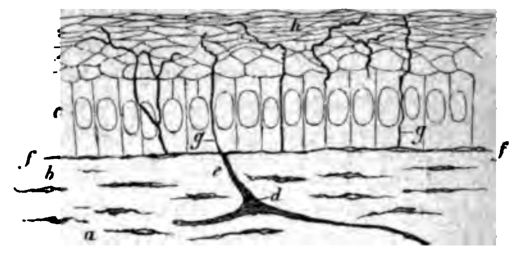


Fig. 174.

Ferner haben ganz entschieden die Bedeutung von hüllen- und kernlosen Axencylindern die einfachen nicht verzweigten Ausläufer der centralen und peripherischen Nervenzellen, dagegen ist die Deutung einer Reihe anderer Fasern noch etwas zweifelhaft. Als solche mache ich namhaft:

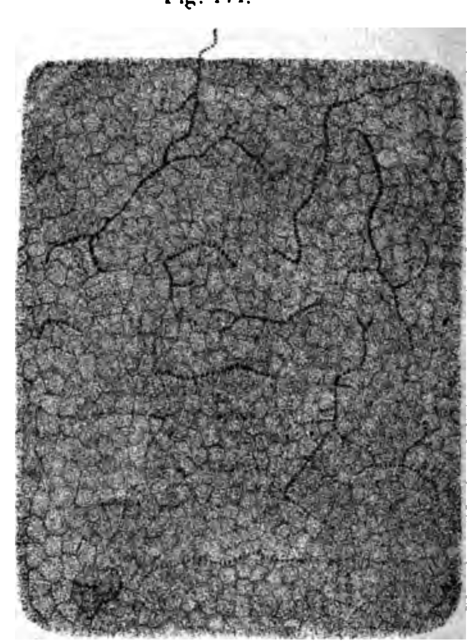


Fig. 175.

a) die blassen kernlosen Endfasern in den *Pacini*'schen Körperchen, Endkolben, und Tastkörperchen. Von diesen ist es nicht unwahrscheinlich, dass sie eine Scheide besitzen, dagegen ist an denselben bis anhin kein Nervenmark nachgewiesen.

b) Die blassen Opticusfasern in der *Retina*. Dieselben sind kern- und hüllenlos, scheinen aber noch Nervenmark zu enthalten.

c) Die blassen Endfasern im Gehörorgane und die nervösen Radialfasern der *Retina*, die nackte Axencylinder zu sein scheinen.

d) Die grauen Fasern der *Rami olfactorii* der Nasenschleimhaut und des *Sympathicus* *Remak*'sche Fasern z. Th.). Die erstern scheinen Bündel nackter Axencylinder mit einer kernhaltigen Scheide zu sein und was die

Fig. 174. Senkrechter Durchschnitt der vordersten Theile der Hornhaut des Kaninchens nach Behandlung mit Chlorgold. 400mal vergr. *a* Hornhaut mit ihren Bindegewebskörperchen, *b*. *Lam. elastica anterior*, *c*. Epithel, *d*. ein Theil des oberflächlichen Nervenplexus der *Cornea propria*, *e*. ein die *Lamina anterior* durchbohrender Ast, der in den subepithelialen *Plexus f f* sich auflöst, welcher an senkrechten Schnitten nur undeutlich zur Anschauung kommt, *g*. freie Axencylinder, die von diesem *Plexus* aus in das Epithel sich erheben und mit mehr horizontalen Verästelungen *h* zwischen den oberflächlichen Epithelzellen enden.

Fig. 175. Corneaepithel des Kaninchens mit Chlorgold von der äusseren Fläche gesehen. 400mal vergr. Man sieht undeutliche Umrisse der tiefsten senkrecht stehenden Epithelzellen und darüber die zwischen den oberflächlichen nicht dargestellten platten Zellen gelegenen letzten Enden der freien Axencylinder.

[illegible] können dieselben z. Th. den nämlichen Bau besitzen wie [illegible] Axencylinder mit kernhaltiger Scheide dar- [illegible]

[illegible]

§ [illegible]

[illegible] (*[illegible] nerveae*, Belegungskörper, Nervenkörper, [illegible] in den Ganglien Ganglienzellen, Ganglienkugeln. [illegible] sind kernhaltige Zellen, welche in grosser Zahl in der grauen [illegible] der Centralorgane, in den Ganglien und hie und da auch in [illegible] den peripherischen Ausbreitungen der Nerven (*Retina*, Schnecke, [illegible]) sich finden. Die Nervenzellen entbehren, wie ich, nach [illegible] Untersuchungen, anzunehmen mich veranlasst finde, sowohl in den [illegible] als auch in den peripherischen Theilen, einer Hülle, die als Zell[illegible] anzusehen wäre, oder lassen wenigstens nirgends eine solche mit Bestimmtheit [illegible] sind mithin nichts anders als Protoblasten. Der Körper dieser Protoblasten oder der sogenannte Inhalt der Nervenzellen ist eine halbweiche, [illegible] zähe [illegible] Th. fast wachsartig zu nennende Masse, welche abgesehen von dem Zellenkerne aus einer Grundsubstanz und Körnchen besteht. Die

erste wird meist dem gewöhnlichen Zellenprotoplasma zugezählt, es macht jedoch *M. Schultze* mit Recht darauf aufmerksam Vorrede zu *Deiters'* Unters. St. XV), dass dieselbe bei Nervenzellen verschiedener Herkunft eine besondere fibrilläre oder körnig fibrilläre Structur besitze. die dem ächten Zellensaft abgehe. Ich schliesse mich dieser Auffassung an mit dem Bemerken jedoch, dass die Grundsubstanz der Nervenzellen verschiedener Gegenden nicht unbedeutende Abweichungen zeigt, sowohl was ihre Festigkeit als ihren Bau anlangt. So besitzen die kleineren Zellen der Centralorgane und die der *Retina* eine zarte, leicht zerfallende Grundsubstanz, die von gewöhnlichem *Protoplasma* wenig abweicht, die grossen Elemente des Cerebellum, der *Medulla oblongata*, des Markes und der grösseren Ganglien dagegen sind von festerer Beschaffenheit und häufig wie mit fibrillärer Grundsubstanz versehen. Die Körnchen der Nervenzellen anlangend so sind dieselben in Gestalt gleichmässig grosser, rundlicher, meist sehr feiner und blasser, seltener dunklerer und grösserer ungefärbter

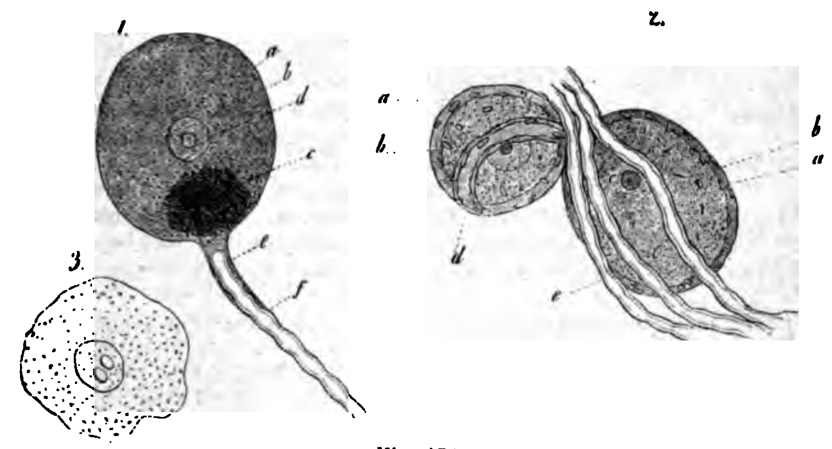


Fig. 176.

Körperchen durch der ganzen Inhalt bis ins Innere verbreitet und in die zähe Grundsubstanz eingebettet. In gefärbten Nervenzellen finden sich neben den eben erwähnten Körnchen oder an ihrer Stelle mehr oder weniger gelbliche, braune oder schwarze Körperchen. Dieselben sind meist grösser und liegen gewöhnlich an einer Stelle der Zelle in der Nähe des Kernes in einem Klumpen dicht beisammen; andere Male erfüllen sie die gesammte Zelle nahezu ganz und geben ihr vollkommen das Ansehen einer braunen oder schwarzen Pigmentzelle. — Mitten in diesem Inhalte liegt der Zellenkern als ein meist sehr klar hervortretendes kugelrundes Bläschen mit deutlicher Wand, ganz hellem flüssigem Inhalte und einem oder seltener mehreren (bis zu 5) dunklen, grossen, hie und da mit einer Höhlung versehenen Kernkörperchen.

Die Grösse der Nervenzellen ist sehr verschieden; es gibt auch hier, wie bei den Fasern, grosse und kleine und Mittelformen. Die äussersten Zahlen sind für die Zellen $12\,\mu$ und $110 - 140\,\mu$. Die Kerne, die den Zellen meist entsprechen, messen

Fig. 176. Nervenzellen 350mal vergr. aus dem *Acusticus*. 1. Nervenzelle mit Faserursprung aus der Anastomose zwischen *Facialis* und *Acusticus* im *Meat. aud. int.* des Ochsen. *a.* scharfe vielleicht auf eine besondere Scheide zu beziehende äussere Begrenzung der Zelle, *b.* Inhalt, *c.* Pigment, *d.* Kern, *e.* scheinbare Fortsetzung der Scheide auf die Nervenfaser, *f.* Nervenfaser. 2. Zwei Nervenzellen mit Fasern aus dem *N. ampull. infer.* des Ochsen, *a.* Scheide mit Kernen, *b.* äussere Begrenzungslinie der Zellen, *d.* eine entspringende Faser mit kernhaltiger Scheide. 3. Frei dargestellter Inhalt einer Ganglienzelle mit Kern und zwei *Nucleolis*. Diese Zeichnungen verdanke ich der Güte des Herrn Marquis *Corti*.

von 3,4—18 μ, die Kernkörperchen 1—7 μ. Ausserdem unterscheiden sich die Nervenzellen noch in **selbständige Zellen** (apolare Zellen) und in **Zellen mit blassen Fortsätzen**, welche zu einem, zweien oder mehreren (uni-, bi-, multipolare Zellen) und häufig verästelt sich finden und indem sie selbst die Bedeutung von marklosen Nervenfasern haben, vielleicht alle theils in marklose und dunkelrandige Nervenfasern sich fortsetzen, theils zur Verbindung der Nervenzellen unter sich dienen.



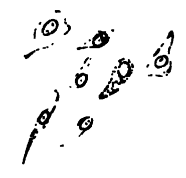
Fig. 177.

Ausser den Nervenzellen findet sich in der grauen Substanz der höhern Centralorgane als regelrechter Bestandtheil eine **feinkörnige blasse Substanz**, die mit dem Inhalte der Zellen die grösste Aehnlichkeit hat und von mehreren Schriftstellern für nervös gehalten, ja selbst als ein dichtes Netz blasser Nervenfasern geschildert wird, während andere sie als eine untergeordnete Bindesubstanz betrachten. Hierüber unten mehr. **Einfache Bindesubstanz** findet sich in den Ganglien als ein Gefässe tragendes Maschenwerk, in dessen Lücken die Zellen eingebettet sind (Fig. 176) oder in Form besonderer Scheiden **um die einzelnen Zellen** (Fig. 177), welche meist kernhaltig, aber auch kernlos auftreten und in letzterem Falle für Zellenmembranen gehalten werden könnten. Eine feinkörnige Substanz enthalten auch die *Retina* und nach *Wagner* und *Robin* die Ganglien der Plagiostomen.

In Betreff des **Baues** der Nervenzellen sind noch manche Verhältnisse nicht hinreichend aufgeklärt. Was erstens die **Hüllen** derselben anlangt, so kann die Frage, ob die Nervenzellen nirgends und bei keinem Geschöpfe eine wirkliche Zellmembran besitzen, vorläufig nicht entschieden werden. Unter dem Einflusse der *Schwann*'schen Lehren entwickelte sich seiner Zeit die Annahme, dass die Nervenzellen eine besondere Zellmembran und ausserdem noch wenigstens an gewissen Orten kernhaltige bindegewebige Hüllen besitzen und wurde diese Lehre später besonders durch die Untersuchungen von *Bidder* (Verh. d. Ganglienk. z. d. Nervenfasern 1847) gestützt, denen zufolge die bipolaren Ganglienzellen der Fische eine leicht nachweisbare structurlose Hülle besitzen. Als dann aber weitere Untersuchungen, die mit *Stannius* (Göttinger Nachr. 1850) und *R. Wagner* beginnen, das Vorkommen von Hüllen an den centralen Zellen zweifelhaft machten, trat nach und nach in dieser Angelegenheit ein Wechsel ein, der in unseren Tagen unter dem Einfluss der sich ändernden Ansichten über den Bau der Zellen in das gerade Gegentheil der früheren Annahmen umschlug und zuerst bei *M. Schultze* einen bestimmten Ausdruck fand, der (*Obs. de retinae struct. pen.* 1859. *p.* 22) als einzige Hüllen der Zellen eine selten vorkommende Umhüllung derselben mit Nervenmark (von *Leydig* beobachtet im *Trigeminus* der Selachier und von *Chimaera*, dann im *Acusticus* von Knochenfischen und *Lacerta*, Bau des thier. Körp. S. 86) und von *M. Schultze* bestätigt) und die neurilemmatischen Scheiden betrachtet. Nach wiederholter Prüfung dieser Verhältnisse muss auch ich trotz der entgegenstehenden Angaben von *Stilling* und *Mauthner* für die Nervenzellen der Centralorgane der Wirbelthiere, sowie für alle Ganglienzellen, welche kernhaltige Scheiden besitzen, erklären, dass an denselben eine structurlose, einer Zellmembran entsprechende Hülle nicht für sich darzustellen ist. Dagegen scheinen auf den ersten Blick die bipolaren Ganglienzellen der Fische in ihrer gleichartigen kernlosen Scheide wirklich eine Zellmembran zu besitzen. Da jedoch diese Hülle mit der kernhaltigen Scheide der Nervenfasern unmittelbar zusammenhängt und in dieselbe sich fortsetzt, so glaube ich nicht zu irren, wenn ich auch sie in die Kategorie der Hüllen aus einfacher Bindesubstanz stelle, die sonst an Nervenfasern

Fig. 177. Aestchen des *Nervus coccygeus* innerhalb der *Dura mater*, mit einer ansitzenden gestielten Ganglienkugel in ihrer kernhaltigen Scheide, bei der ein Faserabgang sehr deutlich ist. 350mal vergr. Vom Menschen.

und Ganglienzellen sich finden. Diese Hüllen bestehen auf den ersten Blick aus einer gleichartigen Substanz mit Kernen (Fig. 177), es lässt sich jedoch an Einem Orte, nämlich in den Ganglien der Säuger, ziemlich leicht nachweisen, wie zuerst *Valentin* und dann ich selbst zeigten (Mikr. Anatom.), dass dieselben aus kleinen epithelartigen Zellen bestehen (Fig. 178), ein Nachweis, der später *Eberth* auch durch Höllenstein gelang, und so möchte es leicht sein, dass alle diese Scheiden aus platten verlängerten Zellen nach Art derer, die die Capillaren bilden, bestehen, zu Gunsten welcher Auffassung auch noch das anzuführen ist, dass die Nervenstämme der Insecten nach meinen Erfahrungen eine innere aus pflasterepithelartigen Zellen gebildete Scheide haben (siehe auch *Leydig* l. c. St. 215).


Fig. 178.

An gewissen Ganglienzellen von Wirbellosen beschreiben *Walter* und *Leydig* (Vom Bau der thier. Körper I. St. 84) Membranen, deren Bedeutung jedoch noch nicht aufgeklärt ist.

In Betreff des Inhaltes der Ganglienzellen sind *Stilling's* Ansichten im §. 104 schon angeführt worden. Ausserdem hat schon vor längerer Zeit *Remak* angegeben (*Müll.* Arch. 1844. St. 469. Tab. XII. Fig. 9), dass gewisse Nervenzellen vom *Astacus* concentrisch gestreift seien und später mitgetheilt (Ber. d. Versamml. deutscher Naturf. in Wisbaden 1852, und Monatsber. d. Berl. Akad. 1853), dass die Ganglienzellen von *Raja* nach 24 stündigem Verweilen in Chromsäure und chromsaurem Kali zwei Schichten von Fäserchen zeigen, von denen die innern concentrisch den Kern umgeben, die andern nach beiden Polen in die abgehenden Fortsätze verlaufen. Ein ähnlicher fibrillärer Bau wurde von *R.* auch an den multipolaren Zellen des Markes der Säuger gesehen. Seit dieser Zeit ist ein fibrilläres Ansehen der Masse der Nervenzellen von verschiedenen Beobachtern wahrgenommen worden. Bei Wirbellosen fanden *Walter* und *Leydig* eine concentrische Streifung gewisser Zellen. An centralen Nervenzellen des Menschen, von Hund und Katze, auf welche verdünnte Essigsäure langsam eingewirkt hatte, traf *Beale* (*Proceed. R. S. London. Vol. XIII.* 1864. *p.* 386) ein sehr deutlich faseriges Ansehen d. h. linienförmig aneinandergereihte kurze dunkle Strichelchen, deren Züge von einem Zellfortsatze aus in die Zelle und durch dieselbe in verschiedenen Richtungen in andere Fortsätze übergingen. *B.* hält diese Züge nicht für besondere Fasern, glaubt aber doch, dass ihr Auftreten auf bestimmten Einrichtungen im Bau der Zellen beruhe und die Bahnen bezeichne, in welchen die Nervenströme in denselben sich bewegen. Gleichzeitig mit *B.* beschreibt auch *Frommann* (*Virch.* Arch. Bd. 31. St. 134) sowohl an frischen Nervenzellen als nach Behandlung von Nervenzellen mit Höllenstein ein fibrilläres Ansehen derselben, was *M. Schultze* später bestätigte. Zugleich schildert aber *Frommann* andere eigenthümliche Verhältnisse genauer, auf die man schon seit Langem aufmerksam geworden war, nämlich Fasern, welche von dem Kern und Kernkörperchen der Nervenzellen ausgehen. Die ersten derartigen Erfahrungen rühren von *Harless* her (*Müller's* Arch. 1846). Später fanden *Axmann* (*De gangl. syst. struct. penit* Fig. 6—10), *Lieberkühn* (*De struct. gangl. penit.* 1849), und *G. Wagener* (Zeitschr. für wiss. Zool. VIII) ähnliche Verhältnisse und *Stilling* in s. grossen Werke St. 820, *Owsjannikow* (*Ann. d. sc. nat. XV. Pl. 6.*), *Mauthner* (Beiträge z. n. Kenntn. d. Elem. d. Nervens. St. 34) und ich (Handbuch 4. Aufl. St. 241) bestätigten dieselben wenigstens zum Theil oder in einzelnen Fällen. Nach *Frommann's* ausführlichen Untersuchungen (l. c. und ibid. Bd. 33. St. 168) ergibt sich sehr Auffallendes mit Bezug auf die im Innern der Nervenzellen vorkommenden Faserbildungen (Fig. 179), doch lassen sich die zahlreichen Angaben dieses Beobachters vorläufig noch nicht in ein klares Gesammtbild vereinigen, wesshalb ich hier aus denselben nur folgendes heraushebe und für Weiteres auf dessen Abhandlungen verweise. Nach *Fr.* finden sich an den frischen mit Eiweiss untersuchten Nervenzellen des Markes des Rindes 1) feine Fibrillen, die aus dem Innern des *Nucleolus* entspringen, sog. Kernkörperchenfäden, 2) röhrige Fortsätze, die aus dem *Nucleus* stammen, Kernröhren, 3) feine Fasern, die aus den grossen Zellenfortsätzen in das Innere der Zelle ausstrahlen und nicht bestimmt zum *Nucleus* oder *Nucleolus* sich verfolgen lassen. Mit Bezug auf den weiteren Verlauf der erstgenannten Fäden so ist vorerst zu bemerken, dass die Kernkörperchenfäden z. Th. für sich weiter verlaufen, z. Th. in die Kernröhren eintreten und als Axengebilde derselben weiter ziehen. Die freien Kernkörperchenfäden

Fig. 178. Zellen aus der Scheide der Ganglienkugeln der Spinalknoten des Menschen, 350mal vergr.

liessen sich z. Th. bis in die von der Zelle abgehenden breiten Fortsätze verfolgen, z. Th. verloren sie sich in der Zellsubstanz, ohne dass ihr Ende deutlich wurde, z. Th. traten sie für sich aus der Zelle heraus und verliefen in der grauen Substanz weiter, ohne

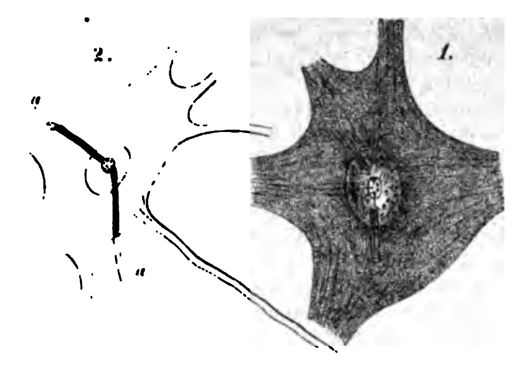


Fig. 179.

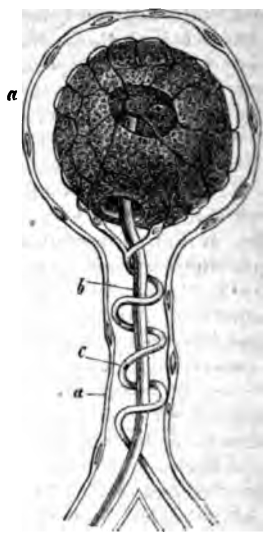


Fig. 180.

dass ihr endliches Schicksal sich ermitteln liess. Kernröhren mit eingeschlossenen Fäden konnten nie bestimmt in einen grossen Zellfortsatz, wohl aber bis in die Nähe der Abgangsstelle solcher verfolgt werden, dagegen fanden sich auch solche Röhren als frei für sich von den Zellen abgehende Bildungen, die in die graue Substanz eintraten. — An den Zellen der Spinalganglien des Kindes traf *Frommann* ebenfalls die beiderlei vom *Nucleus* und *Nucleolus* ausgehenden Fasergebilde, doch liessen sich deren Schicksale hier nicht mit Sicherheit verfolgen. Ausserdem fanden sich neben gewöhnlichen Fortsätzen, die breit von der Zelle abgingen, auch, jedoch im Ganzen selten, solche, die wie die von *Harless* und *Lieberkühn* beschriebenen als unmittelbare Fortsetzung der Kernmembran erschienen und einen vom *Nucleolus* ausgehenden Faden einschlossen.

Zum Theil ähnlicher, zum Theil abweichender Natur sind Erfahrungen, die *Beale Journal of micr. science Vol. III.* 1863. *p.* 302. *Pl. IX*; *Phil. Transact. for* 1863. *Vol.* 153. *p.* 593. *Pl.* 33 40 und *J. Arnold Virch.* Arch. Bd. 28. St. 455 u. fgd. Taf. X; Bd. 32. St. 1. Taf. I über den Bau der sympathischen Nervenzellen des Frosches und anderer Batrachier gemacht haben, denen zufolge diese Zellen einseitig je zwei Nervenfasern entsenden. Nach *J. Arnold* Fig. 180 setzt sich einmal der *Nucleolus* der Zellen unmittelbar in je einen Axencylinder fort, der als ziemlich breiter Fortsatz die Zelle verlässt und früher oder später mit Nervenmark sich umgibt und so zu einer dunkelrandigen Faser sich gestaltet. Anderseits gehen vom *Nucleolus* einige 3—6 feine Fäserchen ab, welche theils im Innern der Zelle, theils an der Oberfläche derselben ein Netzwerk bilden, aus welchem schliesslich eine mit Kernen besetzte »Spiralfaser« sich entwickelt, welche die andere abgehende Faser umgibt, jedoch später von derselben sich trennt und in entgegengesetzter Richtung weiter

Fig. 179. Nervenzellen nach *Frommann*. 1. Zelle aus dem Vorderhorn der Lendenanschwellung des Rindes 'oberer Theil . In den Kern münden 3 Röhren, jede derselben enthält einen Faden, der in das Kernkörperchen übergeht. Die Röhren waren nach den Ausläufern zu gerichtet, verschwanden aber in kurzer Entfernung vom Kern. Daneben mündeten einzelne freie Fibrillen in den Kern aus dem *Nucleolus*. 500 mal vergr. 2. Zelle des Vorderhorns der Lendenanschwellung des Menschen mit 2 Kernröhren, die als freie Fäden abtreten, und 7 Fortsätzen, von denen der längste zwischen die Fasern eines Wurzelbündels zu verfolgen war Axencylinderfortsatz von *Deiters?* ich .

Fig. 180. Sympathische Ganglienzelle des Frosches mit den abtretenden Fasern. Halbschematisch vergr. *a a*. Kernhaltige Primitivscheide von Zelle und Fasern. *b*. Gerade Nervenfaser Axencylinder , die im *Nucleolus* der Zelle ihren Ursprung nimmt. *c*. Spiralfaser, die aus einem feinen Fadennetze entspringt, das die Zelle umspinnt und ebenfalls mit dem *Nucleolus* zusammenhängt. Nach *J. Arnold*.

läuft. Beide Fasern erklärt *Arnold* für nervös und hält er die breitere dunkelrandige für die zutretende, die Spiralfaser für die abtretende. *Beale*, der die Spiralfaser zuerst gesehen hat, weicht in Manchem von *Arnold* ab und meldet vor Allem Nichts von einem Zusammenhange der beiderlei Fasern mit dem *Nucleolus*. Die stärkere dunkelrandige Faser zeichnet er als Fortsetzung des Körpers der Nervenzelle, doch lässt er sie mehr wie aus dem Innern kommen. Die Spiralfasern, deren nach ihm auch 2 und 3 vorkommen, stammen von der Oberfläche der Zelle, woselbst bis zu 10 Kernen mit ihnen verbunden sind, doch ist das genauere Verhalten des Ursprunges nicht angegeben. In der Deutung der Spiralfasern stimmt *Beale* mit *Arnold* überein und glaubt er in zwei Fällen den Uebergang derselben in dunkelrandige Fasern gesehen zu haben.

Ueber die Erfahrungen der genannten beiden Forscher haben bis jetzt nur Wenige sich ausgesprochen. *Schramm* (Unters. üb. d. Bau der Spinalganglien. Würzb. 1864. Diss.) sah die Spiralfasern an den Ganglienzellen der Lunge des Frosches wie *Beale*, enthält sich aber jeder Deutung derselben. *Krause* (Zeitsch. f. rat. Med. Bd. 23. S. 60) erklärt dieselben für unwesentliche Bildungen, erzeugt durch elastische Fasern, Falten der Nervenscheide u. s. w., ebenso deutet *J. Sander* (*Müll.* Arch. 1866. St. 398) die Spiralfasern als von Rissen, Zerklüftungen, Falten herrührend, dagegen konnte er, wenn auch höchst selten überzeugend, den Axencylinder bis zum Kernkörperchen verfolgen. *Courvoisier* endlich schliesst sich im Wesentlichen an *Arnold* an und geht z. Th. noch weiter (l. i. c.).

Diess sind die wesentlichsten Angaben über feinere Structurverhältnisse der Nervenzellen. Beleuchten wir dieselben etwas näher und sehen wir für einmal von den zuletzt erwähnten Spiralfasern ab, so wäre zunächst zu melden, dass eine grosse Zahl bewährter Forscher bisher nicht im Stande waren, Beziehungen von *Nucleus* und *Nucleolus* zu den abtretenden Fasergebilden zu sehen, wie *M. Schultze*, *Leydig*, *Waldeyer*, *Buchholz*, *Deiters*, *Beale* u. A. Auch ich habe früher trotz vielfältiger Durchmusterung von Ganglienzellen nur zweimal im *Ganglion Gasseri* des Kalbes Zellen gesehen, in denen der *Nucleolus* in eine Faser sich verlängerte, die gegen einen grossen Fortsatz der Zelle verlief, ohne jedoch wirklich in denselben sich verfolgen zu lassen, und bei neu aufgenommener Prüfung der Ganglienzellen des Frosches war es mir nicht möglich auch nur einmal etwas dem Aehnliches zu sehen, was *Arnold* und *Courvoisier* abbilden. Hiermit soll jedoch nicht gesagt sein, dass solche Beziehungen nicht vorkommen; immerhin wirft sich die Frage auf, warum dieselben so schwer zur Anschauung kommen, wie auch solche bekennen (*Lieberkühn*, *Wagener*), die sonst für dieselben einstehen. Man könnte nun entweder sagen, dass es sich in allen den betreffenden Fällen um zufällige, durch die angewendeten Reagentien, durch Gerinnungen nach dem Tode oder sonstwie erzeugte Bildungen handelte, oder es liesse sich die Möglichkeit vertheidigen, dass die beschriebenen Verhältnisse zwar normale, aber nur schwer zur Anschauung zu bringende sind. Wenn man bedenkt, wie zart, vergänglich und schwer darstellbar manche andere Theile des Nervensystems, wie z. B. die Nervenenden in den höheren Sinnesorganen und Muskeln, die Nervenfädchen im Hornhautepithel u. a. m. sind, wenn man ferner erwägt, wie räthselhaft und unerklärt noch so viele anatomischen und physiologischen Verhältnisse in diesem Gebiete sind, so wird man sicherlich sich hüten, über Erfahrungen wie die von *Harless*, *Lieberkühn*, *Wagener* und *Frommann* leicht hinwegzugehen. Vor Allem scheinen mir die Mittheilungen des letztgenannten Forschers alle Beachtung zu verdienen, indem es leicht möglich wäre, dass dieselben vielleicht den Schlüssel zur Aufhellung der räthselhaften Verhältnisse der feinen so reichen Endverzweigungen der multipolaren Zellen der Centralorgane darbieten. Wie wenn diese Ausläufer wirklich dazu dienten, entfernte Nervenzellen untereinander in Verbindung zu setzen und die Kernröhren und Kernkörperchenfäden nichts anderes wären als Enden der Ausläufer (der Protoplasmafortsätze von *Deiters*) anderer Zellen und somit die längst gewünschten und gesuchten Zellenanastomosen endlich gefunden wären? Freilich wären diess keine Anastomosen durch directe Verbindung der Endäste der grossen Zellenfortsätze untereinander, wie ich eine solche als möglich darstellte, und würde, wenn die aufgestellte Vermuthung als richtig sich ergäbe, ein neues und besonderes Licht auf die Verrichtungen von Kern und *Nucleolus* geworfen, allein es wird wohl Niemand so kühn sein, läugnen zu wollen, dass solche Möglichkeiten nicht ebenso berechtigt sind, wie andere, und erinnere ich bei dieser Gelegenheit noch an die neuen auffallenden Mittheilungen von *Balbiani* (*Compt. rend. Dec.* 1865) über Canäle, die in den Eiern vieler Thiere theils vom Keimbläschen, theils von den Keimflecken oder von beiden ausgehend vorkommen sollen.

Ich komme nun zu den Spiralfasern von *Beale* und *Arnold*, die ich vor Kurzem an mit meiner sehr verdünnten Essigsäure behandelten sympathischen Ganglien des Frosches näher untersuchte (Sitzber. der Würzb. phys.-med. Gesellsch. vom 3. Nov. 1866). So leicht es mir auf der einen Seite wurde, die Spiralfasern zu bestätigen, so wollte mir doch auf der andern Seite in keiner Weise gelingen, etwas von den Fäden zu sehen, die *Arnold* von den *Nucleolis* ausgehen lässt, und wenn die Spiralfasern selbst auch noch so schön sich darstellten. Das einzige was ich fand, war hie und da eine radiäre Anordnung kleiner Körnchen im Inhalte des *Nucleus*, die ich jedoch in keinem Falle für Fäserchen ansprechen konnte. Ebenso wenig fand ich Fasernetze in der Substanz der Nervenzellen, vielmehr lagen alle derartigen Bildungen an der Oberfläche der Zelle und zwar meist nur an dem Pole, wo die Nervenfaser abging, in einzelnen Fällen die Hälfte, ja selbst die ganze Zelle bedeckend. Von grosser Bedeutung erscheint mir nun, dass diese oberflächlichen Fäserchen immer, wie auch besonders *Beale* meldet und zeichnet, einige, ja selbst viele Kerne enthalten. An schön erhaltenen Zellen stellen sich nun die Kerne und Fasern ganz und gar so dar, wie die sternförmigen netzförmig verbundenen Bindesubstanzzellen der *Reticula* der folliculären Drüsen, und bin ich so schliesslich dazu gelangt, mir die Frage vorzulegen, ob die Fasernetze mit ihren Kernen, sammt der oder den von ihnen abgehenden Spiralfasern nicht vielleicht eine besondere innere Scheidenbildung um die fraglichen Zellen darstellen. Für diese Auffassung scheint zu sprechen, dass ganz ähnliche *Reticula* von Bindegewebskörperchen durch das ganze centrale Nervensystem in mächtiger Verbreitung sich finden, und zweitens dass an Nervenzellenausläufern und Nervenzellen selbst, abgesehen von den Scheiden derselben aus einfacher Bindesubstanz, sonst nirgends Kerne sich finden. Im Widerspruch hiermit steht nun freilich, dass *Beale* in ein paar Fällen die Spiralfasern in dunkelrandige Fasern sich fortsetzen sah, und auch ich traf in Einem Falle (Fig. 182) eine Zelle, ähnlich denen, die schon *Bidder* vor langer Zeit beschrieb, die zwei Fasern abgab, die in ächte kernlose Nervenfasern übergingen, von denen die Eine ebenfalls einige Spiraltouren um die andere beschrieb. Auch *Arnold* und *Courvoisier* lassen die Spiralfasern in Nervenfasern übergehen, und so wird es schwer ein bestimmtes Urtheil abzugeben, um so mehr, da es sich um einen noch wenig untersuchten Gegenstand handelt. Da es nun auch der Physiologie sehr erwünscht wäre, wenn es gelänge, an den so räthselhaften unipolaren Ganglienzellen Verbindungen mit andern Nervenzellen nachzuweisen (*Beale* und *Arnold*), so will ich noch bemerken, dass die Spiralfasern, obschon sie durch ihre Verbindung mit Kernen und ihr eigenthümliches Verhalten an den Zellen von allen bisher bekannten Nervenzellenfortsätzen sich unterscheiden, doch in Einem Falle für nervös gehalten werden könnten, nämlich wenn sie Endigungen einer zutretenden Faser an einer Ganglienzelle wären. Dann würden die Spiralfasern an andern Endigungen blasser Nervenfasern sich anschliessen und könnten entweder als vom Centrum an die sympathischen Zellen herantretende motorische Elemente oder als von der Peripherie kommende sensible Leitungsfasern angesehen werden.

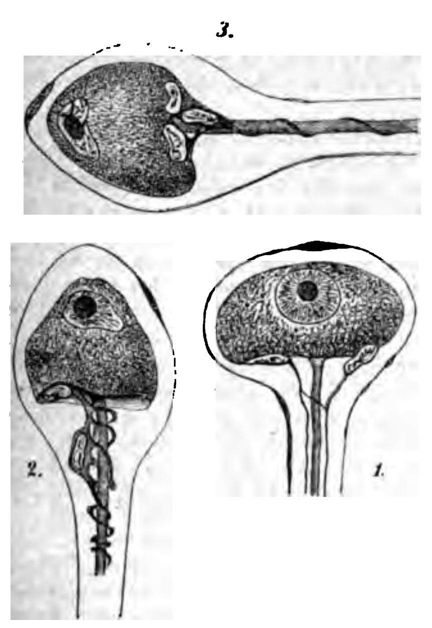


Fig. 181.

Fig. 181. Drei unipolare Zellen mit Spiralfasern aus dem *Sympathicus* des Frosches. 400mal vergr. 1. Eine Zelle mit zwei begleitenden geraden Fäserchen, die von zwei Kernen herkommen und eine Anastomose zeigen. Der Kern der Zelle radiärstreifig von körnigen Niederschlägen. 2. Eine Zelle mit schöner Spiralfaser, die entschieden von kernhaltigen sternförmigen Zellen abstammt. 3. Zelle mit einfacherer Spiralfaser, die mit drei Kernen (Zellen) verbunden ist. — An allen Ganglienzellen ist die kernhaltige Scheide dargestellt.

[illegible] ben mehrere Beobachter das Verhalten der Nervenzellen gegen Carmin [illegible] der diese Prüfung überhaupt zuerst einführte, gibt an (Mikr. Stu- [illegible] der Zellen der *Nucleolus* am stärksten, dann der Kern und am [illegible] gefärbt werde. *Stilling* dagegen meldet (Bau des Rückenmarks), [illegible] nicht vorkommen, ja dass *Nucleus* und *Nucleolus* ungefärbt gefun- [illegible], wo der Inhalt gefärbt sei. — Nach *Mauthner's* Untersuchungen [illegible] Nervenzellen gegen Carmin verschieden sich verhalten und unterschei- [illegible] Nervensysteme des Hechtes nach ihren Färbungsverhältnissen viererlei [illegible], in Betreff welcher die Einzelnheiten in seiner Ab- [illegible] Sitzungsb. 1860, S. 585) nachzusehen sind. *Mauth-* [illegible] Annahme, dass diese Unterschiede auch physiologische Ab- [illegible] zu erkennen geben, brauche ich um so weniger zu berück- [illegible] *Stieda* (l. i. c. S. 7. 8) die *Mauthner*'schen Angaben [illegible] nigt fand.

[illegible] zellen mit **mehrfachen Kernen** sind bei jungen Thieren [illegible] unten). Bei Erwachsenen sind solche Fälle sehr selten, doch [illegible] *Henle* und *Mauthner* dergleichen Zellen auch hier gesehen, [illegible] nicht selten vorkommende Höhle im *Nucleolus* hält *Mauthner* [illegible] ein Bläschen, das er *Nucleolulus* nennt. *Frommann* hält die- [illegible] für ein festes Gebilde und den Anfang eines Kernkörperchen- [illegible] und sollen auf die anderen Fäden mit ihren Anfängen im *Nucleolus* [illegible] Körner sich ausnehmen.

Die verästelten Fortsätze der Nervenzellen im Hirn und Mark, die *Purkyně* zuerst gesehen, werden bei den Centralorganen näher geschildert und wird dort auch die Frage erörtert werden, wie dieselben zu den centralen Fasern sich verhalten. In den Ganglien sind Zellen mit sich theilenden Fortsätzen selten, und an ihrer Stelle finden sich meist nur solche mit einem oder zwei, selten drei oder vier einfachen blassen Anhängen, die in Nervenfasern sich fortsetzen.



Fig. 182.

Die **apolaren** Zellen oder Zellen ohne Fortsätze, die ich mit Aelteren als eine Form der Nervenzellen ansehe, haben in neuerer Zeit fast nur Gegner gefunden. Ich selbst habe schon seit Langem anerkannt, dass man früher mit der Annahme solcher Zellen es viel zu leicht nahm, allein nichtsdestoweniger glaube ich sagen zu dürfen, dass es, wenigstens im Gebiete des *Sympathicus*, Nervenzellen ohne Fortsätze gibt, und habe ich dieselben vor einiger Zeit auch im *Plexus myentericus* von *Auerbach* gesehen, worin mir *Auerbach* beistimmt. Es liegt mir übrigens fern, solchen Zellen eine besondere Verrichtung zuzuschreiben und halte ich es für sehr wahrscheinlich, **dass dieselben nur Entwickelungsstadien von Zellen mit Ausläufern sind.** Für diese Vermuthung erlaube ich mir sogar *Beale*, einen unerbittlichen Gegner der apolaren Zellen, anzuführen, der (l. s. c. Pl. *XXXV*. Fig. 12) entschieden solche Zellen als Entwicklungsphasen abbildet, und bemerke ich ausserdem, dass im *Sympathicus* des Frosches nicht selten innerhalb besonderer Scheiden ganze Haufen apolarer Zellen sich finden, ähnlich denen die *Beale* auf Pl. *XXXIV*. Fig. 7 u. 8 abbildet, die ich nur für Nervenzellen halten kann.

Centrales Nervensystem.

§. 107.

Rückenmark. Die nervösen Elemente sind im Rückenmarke so vertheilt, dass die äussere weisse Substanz desselben so zu sagen ausschliesslich von Nervenröhren, der graue Kern mit seinen Ausläufern, den **Hörnern**, dagegen fast zu gleichen Theilen aus Nervenröhren und Nervenzellen gebildet wird. Ausserdem findet sich noch durch das ganze Mark eine bedeutende Menge von Bindesubstanz als Trägerin der nervösen Elemente und der Gefässe, die im nächstfolgenden §. besonders besprochen werden soll.

Fig. 182. Ganglienzelle aus dem *Sympathicus* des Frosches mit zwei ächten Nervenfasern, von denen die eine einige Spiraltouren um die andere beschreibt.

[illegible] für die Beschreibung am pas-
[illegible] jede derselben in drei Stränge
[illegible] die Entwickelungsgeschichte un-
[illegible], dass eigentlich nur zwei Stränge
[illegible] sind und dass der Seitenstrang gröss-
[illegible] **Vorderstränge**, *Funiculi anteriores*,
[illegible] Länge des Markes sich erstreckende *Fis-*
[illegible] Fortsatz der *Pia mater* sich einsenkt, fast
[illegible] im Grunde der Spalte durch die vordere
[illegible] sich zusammen; nach aussen reichen sie
[illegible] Wurzeln oder bis zum *Sulcus lateralis anterior*,
[illegible] den Seitensträngen, *Funiculi laterales*, zusam-
[illegible] *posterior* liegt, wiederum ohne Grenze in die hin-
[illegible] *Funiculi posteriores*, stossen zwar in der hinteren
[illegible] die von Manchen angenommene hintere Längs-
[illegible]anschwellung und der oberen Cervicalgegend, beim
[illegible] sind aber doch in der ganzen Ausdehnung des Markes
[illegible] hinteren Mittellinie bis zum grauen Kern eindringende
[illegible] Bindegewebe so von einander getrennt, dass ihre Nerven-
[illegible] einander nicht einmal berühren, und wo diess noch der
[illegible] liegen und durchaus nie in einander übergehen. Es stellt
[illegible] des Markes zwei nur durch die vordere weisse Commissur
[illegible] von denen jede mehr künstlich in drei Stränge zerfällt, welche
[illegible] der grauen Substanz befindlichen Vertiefungen aus-

[illegible] **Substanz** besitzt einen mittleren Theil von mehr bandartiger Ge-
[illegible] von demselben ausgehende Blätter, so dass der Querschnitt der-
[illegible] bildet. Der **mittlere Theil** oder die **graue Commissur**,
[illegible] enthält beim Erwachsenen in den meisten Fällen eine enge röhren-
[illegible] den ***Canalis centralis med. spinalis***, als Rest des weiteren
[illegible] Hohlraumes, mit flimmerndem Epithel und um denselben
[illegible] Masse, den von mir sogenannten **centralen grauen Kern**, ***Stil-***
[illegible] *gelatinosa centralis*, den ich mit **Virchow** zum *Ependyma* des *Canalis*
[illegible] und **centralen Ependymfaden** nenne. Vor und hinter diesem
[illegible] sich querlaufende Nervenfasern, von denen die vorderen (auch *Commis-*
[illegible] *anterior*) am besten zur *Commissura anterior* gezählt werden, während die
[illegible] die *Commissura grisea s. posterior* (auch *Comm. grisea posterior*) darstellen.
[illegible] Blättern, auf dem Querschnitte auch Hörner genannt, sind die vorderen kür-
[illegible] und dickeren, ***Laminae griseae anteriores, Cornua anteriora***,
[illegible] grau aus grösseren und kleineren Nervenzellen und zarteren und mittel-
[illegible] Nervenfasern gebildet, die hinteren längeren und schlankeren, ***Laminae***
[illegible], ***Cornua posteriora***, an ihrem Ursprunge so gebildet wie die
[illegible], nur meist mit kleineren Zellen, am hinteren Ende dagegen mehr weniger
[illegible], von einer helleren Schicht mit vorwiegend kleineren Zellen, der ***Substantia***
[illegible] (***Rolando***), bekleidet. Von den Wurzeln der Rückenmarksnerven
[illegible] die vorderen zwischen den vorderen und seitlichen Strängen gerade auf die
[illegible] Hörner ein, und die hinteren verlieren sich zwischen den seitlichen und hin-
[illegible] Strängen durch die *Substantia gelatinosa* durchtretend in den hinteren Blättern.

Den **feineren Bau** des Rückenmarks anlangend, so sind in der **weissen Sub-**
[illegible] 1) **wagerechte**, 2) **der Länge nach verlaufende** und 3) **schiefe**
[illegible] zu unterscheiden. Die Längsfasern sind an allen Stellen, mit Ausnahme der
[illegible] Commissur, einem guten Theile nach ganz unvermischt mit wagerechten Fa-
[illegible] und verlaufen an der Oberfläche alle einander gleich, während sie in den tieferen.

besonders den an die graue Substanz angrenzenden Theilen, untereinander sich verflechten oder feinere Bündel bilden. Dieselben nehmen von oben nach unten an Zahl ab, indem sie, wie später gezeigt werden soll, nach und nach von innen her in die graue Substanz eintreten, und zeigen die allgemeinen Eigenschaften der centralen Nervenröhren, d. h. Mangel der Scheiden, Geneigtheit zur Bildung von Varicositäten und zum Zerfallen in einzelne Bruchstücke. Ihr Durchmesser beträgt von 2,4—10 μ, selbst bis zu 13—15 μ, im Mittel 4,5—6,7 μ und finden sich die Fasern im Allgemeinen so vertheilt, dass 1) die Hinterstränge u. hinteren Theile der Seitenstränge feinere Fasern führen als die übrigen Theile, und 2) in jedem Strange die feinen Fasern im Ganzen mehr die tiefsten Theile desselben einnehmen. Die wagerechten und schiefen Fasern finden sich 1) in den Theilen der Seiten- und hinteren Stränge, die an die Hörner der grauen Substanz anstossen, deren Beschreibung unten bei der grauen Substanz folgt, 2) in der weissen Commissur und 3) an den Eintrittsstellen der Nervenwurzeln. Die weisse oder vordere Commissur (Fig. 183 *d*) mit Inbegriff der von mir früher als vordere graue Commissur bezeichneten Fasern ist z. Th. eine Commissur im gewöhnlichen Sinne des Wortes, z. Th. eine Kreuzung der Vorderstränge. Die Commissurenfasern laufen meist in wagerechter Richtung quer oder schief vor dem Centralcanale hin, wobei

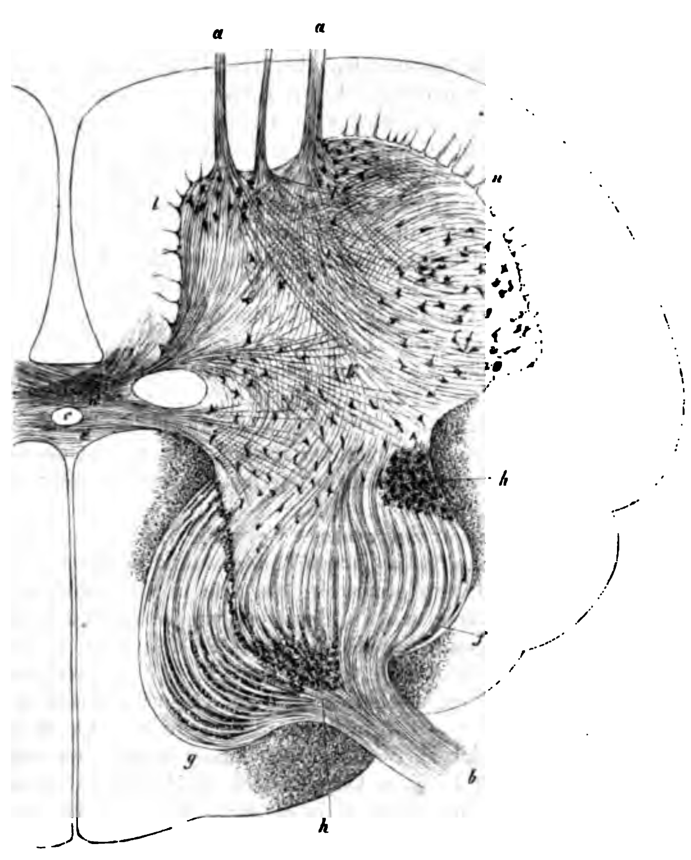


Fig. 183.

Fig. 183. Querschnitt aus der obern Halsgegend des Rückenmarks eines Kindes, etwa 16mal vergr. *a*. Vordere Wurzel, *b*. hintere Wurzel, *c*. Centralcanal, *d*. *Commiss. anterior*, *e*. *Commissura posterior*, *f*. *Subst. gelatinosa*, *g*. Fasern der hinteren Wurzel, die durch die hintern Stränge treten, *h*. Längsbündel, die den hinteren und seitlichen Strängen angehören, *i*. Uebergang eines Theiles der Fasern *g* in die vordere Commissur, *k*. Uebergang eines andern Theiles dieser Fasern *g* in das Vorderhorn und scheinbarer Zusammenhang mit den motorischen Wurzeln, *l*. mediale Zellensäule der Vorderhörner, *m*. laterale Zellensäule dieser Hörner, *n*. Fasern, die aus den vorderen Theilen des Seitenstranges in das vordere graue Horn ziehen, *o*. Einstrahlungen von vorderen Wurzelfasern in den Seitenstrang.

[illegible] alle Theile der Substanz [illegible] wo wir dieselben wieder finden [illegible] von den jeweiligen tiefsten Nervenfasern [illegible] Verlaufe nach [illegible] oder vermengt mit denselben [illegible] kommende Bündel in das [illegible] abstammende in das rechte [illegible] ist nicht überall [illegible] in der Gegend der [illegible] des Markes. [illegible] des Markes und des Grundes der [illegible] und nimmt von hier nach [illegible] messen 2,4—6,7 μ und [illegible] zum Theil [illegible] an Durchmesser [illegible] zwei dunklere keil[illegible] und mit der [illegible] die [illegible] des Markes ziemlich [illegible] als irgend welche andere [illegible] Ependymfaden [illegible] in der weissen Substanz [illegible] um so mehr, da dieselben nach meinen Erfahrungen [illegible] Entw. S. 2?2, Fig. [illegible].

Die Wurzeln der Spinalnerven [illegible] im Allgemeinen in grösseren Bündeln [illegible] wagerecht oder schief zwischen den Längsfasern [illegible] hinteren grauen Blätter sich einzusenken, [illegible] werden. Ihre Nervenröhren in den hinteren Wurzeln zu [illegible] 2,4—6,7 μ, in den vorderen zu [illegible] sowie sie ins Mark eingetreten sind, alle Eigenschaften centraler Fasern und messen die stärkeren anfänglich noch zum Theil [illegible] μ in den sensiblen, bis zu 18 μ in den motorischen Wurzeln, verschmälern sich aber nachweisbar immer mehr, um schliesslich die Ersteren mit kaum mehr als 2,4—6,8 μ Durchmesser, die Letzteren ebenfalls die meisten nicht stärker als 9 μ, einzelne mit 13 μ in die graue Substanz zu treten.

In der **grauen Substanz** verdienen die **Nervenzellen** und die **Nervenröhren** eine besondere Besprechung. Die Ersteren kommen in sehr verschiedenen Formen vor, stimmen jedoch alle darin überein, dass sie ohne Ausnahme mehrfache Ausläufer besitzen und meist zu den *sogenannten* multipolaren gehören. Unter den Ausläufern gibt es an vielen Zellen welche, die **unverästelt** gegen die Nervenwurzeln und die Stränge verlaufen und höchst wahrscheinlich in dunkelrandige Nervenfasern derselben sich fortsetzen, während die andern **reich verzweigt** schliesslich in **ganz feine Fädchen** ausgehen. Nach den neuesten Untersuchungen von *Deiters* soll jede Nervenzelle nur Einen einzigen unverästelten Fortsatz besitzen, den »**Axencylinderfortsatz**«, der in eine dunkelrandige Faser sich fortsetze. Von den andern Fortsätzen, die »**Protoplasmafortsätze**« genannt werden, lässt *Deiters* das Schicksal der Endigungen unbestimmt, dagegen glaubt er gefunden zu haben, dass **seitlich** denselben ansitzende feinste Fädchen in feine dunkelrandige Nervenröhren sich fortsetzen. Bei der grossen Zahl und der im Ganzen wenig regelmässigen Anordnung der Nervenzellen des Markes ist es schwer, dieselben in bestimmte Abtheilungen zu bringen, nichtsdestoweniger ist aus mehrfachen Gründen ein solcher Versuch am Platze. Ich unterscheide 1) die der ***Substantia gelatinosa***, welche bei einer Grösse von 9—18 μ leicht gelblich sind und eine meist spin-

delförmige oder dreieckige Gestalt und wie es scheint nur 2—3 Fortsätze besitzen. Neben diesen Zellen enthält die *Subst. gelatinosa* noch die durchtretenden Faserbündel der hinteren Wurzeln und viele andere ächte Nervenfasern (siehe unten).

Sehr entwickelte ausgezeichnete Nervenzellen sitzen 2) vorzüglich an der Spitze der vorderen Hörner, meist eine innere vordere und äussere hintere Gruppe, an denen jedoch wieder kleinere Unterabtheilungen sich finden, bildend (Fig. 183 *l. m*), kommen aber auch in den übrigen Theilen der vorderen Hörner vereinzelt vor. Alle diese Zellen (Fig. 184), die jetzt ziemlich allgemein als motorische bezeichnet werden,

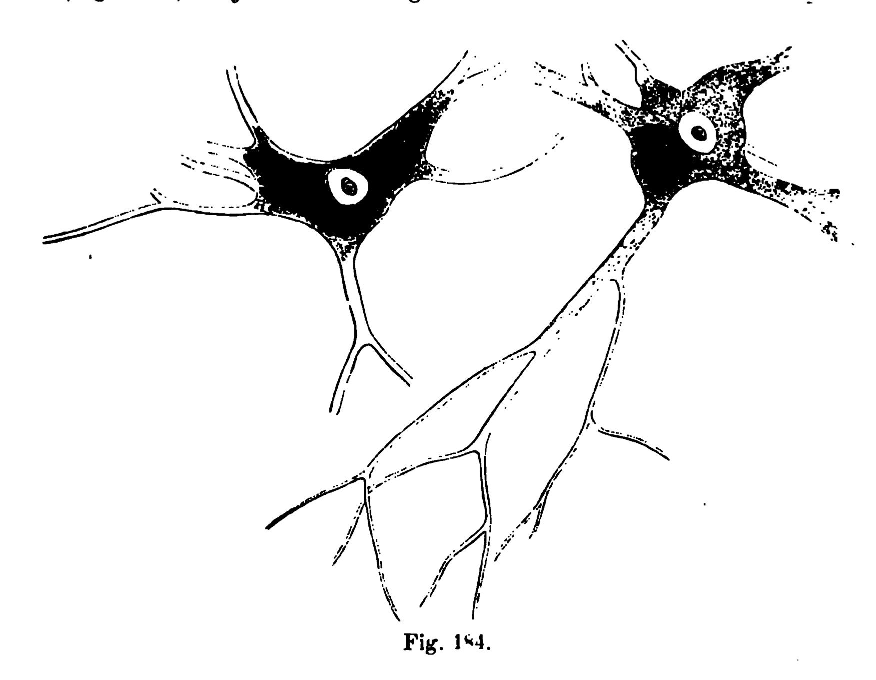


Fig. 184.

ohne dass für diese Auffassung die nöthigen Beweise beigebracht wären, sind 67—135 μ gross, mit 11—18 μ grossen Kernen, spindelförmig oder vieleckig, häufig braun gefärbt und mit 2—9 und noch mehr meist verästelten, anfangs häufig 9—11 μ dicken Ausläufern versehen, die bis auf 220—510 μ sich verfolgen lassen und schliesslich in feine Fäserchen auslaufen, die kaum stärker als 0,9 μ alle in der grauen Substanz drin liegen. 3) Findet sich am ganzen Rückentheile des Markes von der unteren Hälfte der Halsanschwellung bis zum zweiten Drittheile der Lendenanschwellung an der Aussenseite der vorderen Enden der Hinterhörner ein sehr deutlich abgegrenzter, auf Querschnitten rundlicher Haufen von Zellen (Figg. 185, 186), die ich die Clarkeschen Säulen oder die Stilling'schen Kerne heissen will (*Clarke's posterior vesicular columns*). Die Zellen derselben sind etwas kleiner als die der vorderen Gruppen (von 45—90 μ) und mehr rund, sonst wie sie mit vielen verästelten Fortsätzen versehen, jedoch weniger gefärbt. 4) Ausser diesem besonderen Haufen enthält die graue Substanz der Hinterhörner noch hie und da zerstreute einzelne grössere Zellen, die z. Th. den vorderen sogenannten motorischen in der Gestalt gleichen, z. Th. wie

Fig. 184. Grosse Nervenzellen mit Fortsätzen aus den vorderen Hörnern des Rückenmarkes des Menschen, 350mal vergr. An der Zelle rechts sind zwei kurze Fortsätze des Zellkörpers vorhanden, von denen der eine oder andere ein Axencylinderfortsatz (*Deiters*) gewesen sein kann. Einen ähnlichen Fortsatz zeigt auch die Zelle links.

besonders an der Grenze der *Substantia gelatinosa* gegen die Hinter- und Seitenstränge durch ihre langgestreckte Spindelform und das Vorkommen von 2, höchstens 3 Ausläufern sich auszeichnen, von denen immer einer auf weite Strecken ungetheilt verläuft und ein Nervenfaserfortsatz zu sein scheint, und finden sich 5) überall in der grauen Substanz besonders der Hinterhörner zerstreut auch kleinere ächte Nervenzellen bis zu solchen von 18 μ Grösse herab, alle mit verästelten mehrfachen Fortsätzen, die, abgesehen von der Grösse, wie die andern beschaffen sind und daher keiner ausführlichen Beschreibung bedürfen. Der Verlauf der stärkeren Ausläufer aller Zellen ist theils wagerecht nach allen möglichen Richtungen, theils schief auf- und absteigend, selbst ganz senkrecht. Am bemerkenswerthesten sind die von *Deiters* als Axencylinderfortsätze bezeichneten unter ihnen, welche 1) aus den beiden Hörnern in die Bahnen der vordern und hintern Wurzeln in den weissen Strängen und 2) aus der grauen Substanz wagerecht in die Seiten- und Hinterstränge abgehen, indem dieselben wohl unzweifelhaft mit den Nervenfasern der betreffenden Stränge und Wurzeln sich verbinden.

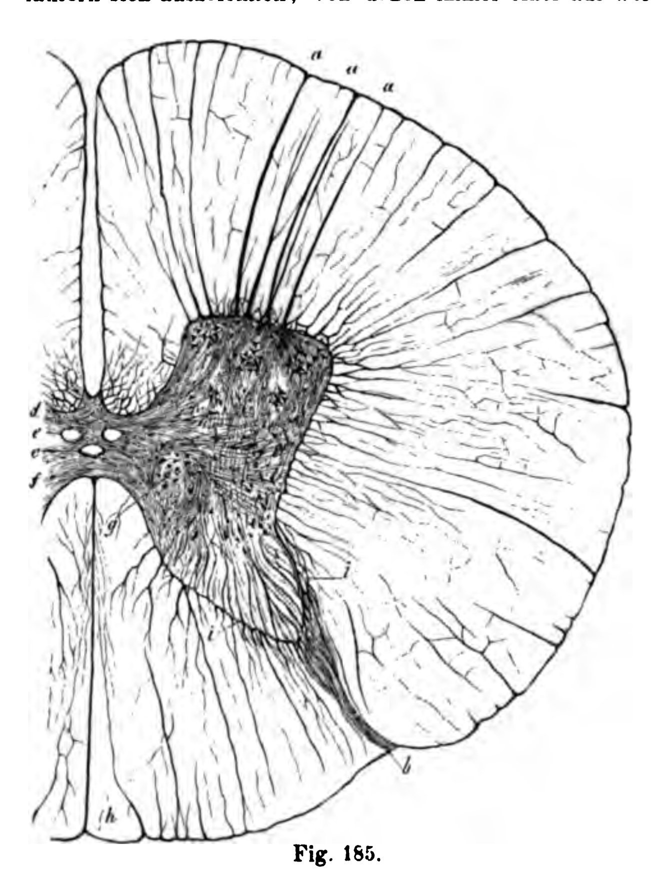


Fig. 185.

Die Nervenröhren der grauen Substanz sind äusserst zahlreich, so dass sie auf jeden Fall die Hälfte derselben, wo nicht mehr ausmachen, und verhalten sich wie die der Marksubstanz, nur dass sie durchschnittlich um die Hälfte und mehr dünner sind und die feinsten nicht mehr als 1,8 μ messen; doch finden sich auch ebenso breite Fasern, wie in der weissen Substanz und in den eintretenden Nervenwurzeln, namentlich in den vorderen Hörnern, jedoch mehr vereinzelt und vorzüglich gegen die vorderen Wurzeln hin. Die Untersuchung des Verlaufes dieser Nervenfasern in der grauen Substanz ist eine der schwierigsten Aufgaben der Mikroskopie. Betrachten wir vor Allem die Wurzeln der peripherischen Nerven (Fig. 183), so zeigt sich

Fig. 185. Querschnitt des untern Dorsaltheiles des Rückenmarks, 10mal vergr. *a a a* Vordere Wurzel, *b.* hintere Wurzel, *c.* Centralcanal, *d.* vordere Commissur, *e.* zwei Bündel von Längsfasern in der vordern Commissur den Vordersträngen angehörend, *f.* hintere Commissur, *g.* *Clarke*'schen Säulen oder *Stilling*'scher Kern, *h.* *Goll*'sche Keilstränge, *i.* *Subst. gelatinosa.* In der weissen Substanz sind nur die strahlenförmigen Züge von Gefässen, Bindesubstanz und z. Th. auch Nervenfasern angegeben.

dass die motorischen unter denselben, nachdem sie bündelweise im *Sulcus lateralis anterior* und in den angrenzenden Theilen der Vorder- und Seitenstränge eingetreten und wagerecht die longitudinalen Fasern der weissen Substanz durchsetzt haben, in der grauen Substanz der Vorderhörner im Allgemeinen pinselförmig sich ausbreiten, aber doch vorzüglich nach drei Richtungen weiter ziehen. Die einen medialen Fasern (Figg. 183, 185) gehen, ohne Geflechte zu bilden oder in erheblicherer Weise in untergeordnete Bündel sich zu sondern, in den innersten Theilen der Vorderhörner, an die Vorderstränge angrenzend, gerade rückwärts und medianwärts. Hierbei treten sie z. Th. durch die innere Gruppe der vielstrahligen grossen Nervenzellen hindurch, jedoch z. Th. als ganz dichte Bündel und so, dass sich in vielen Fällen bestimmt nachweisen lässt, dass viele ihrer Fasern mit den Fortsätzen der Zellen nicht zusammenhängen. Geht man nun diesen von den vorderen Wurzeln abstammenden Bündeln weiter nach, so ergibt sich an günstigen Schnitten, dass dieselben, immer in den Vorderhörnern verlaufend, bis zu den Seitentheilen der vorderen Commissur sich erstrecken und schliesslich unter einem stärkeren oder schwächeren Bogen ununterbrochen in die Fasern derselben sich fortsetzen und zwar so, dass die Wurzelfasern der rechten Seite in die linken Vorderstränge, die der linken Seite in die rechten übergehen. Es findet mithin in der weissen Commissur ein Zusammenhang von longitudinalen Fasern der Vorderstränge und eines Theiles der motorischen Wurzeln, verbunden mit einer gänzlichen Durchkreuzung statt. Doch bin ich nicht Willens zu behaupten, dass alle sich kreuzenden Fasern der vordern Commissur auch mit Wurzelfasern zusammenhängen, um so weniger, als die Kreuzung auch auf Schnitten sich findet, die keine Wurzeln erkennen lassen, wie z. B. am Dorsaltheile des Markes zwischen den weiter aus einander stehenden *Nervi thoracici*. Ebenso bin ich natürlich auch nicht gemeint zu sagen, dass Alle in die vordere Commissur eindringenden motorischen Wurzelfasern in die Vorderstränge der andern Seite übergehen, da es nicht möglich ist, das Schicksal aller Fasern zu verfolgen. Auf der andern Seite ist es gewiss, dass ein Theil der Nervenröhren der medialen Wurzelfasern mit den an sie angrenzenden grossen Nervenzellen der Vorderhörner sich verbindet, denn man sieht gar nicht selten, vor Allem an Carminpräparaten, ungetheilte Fortsätze dieser Nervenzellen in die Bündel der Wurzelfasern eintreten und mit denselben in der weissen Substanz weiter ziehen.

Ein sehr bedeutender und wohl der grössere Theil Fasern der motorischen Wurzeln nimmt an der beschriebenen Kreuzung keinen Antheil und steht mit den vorderen Bündeln nicht im mindesten Zusammenhange, und zwar mehr die seitlichen der in die Vorderhörner eintretenden Wurzelfasern. Die einen dieser Fasern, die ich die mittleren Wurzelfasern der vorderen Hörner heisse (Fig. 183), verlaufen meist in kleinere Bündel oder selbst einzelne Fasern aufgelöst, gerade rückwärts und lassen sich zum Theil bis gegen die hintersten Gegenden der Vorderhörner verfolgen, z. Th. verlieren sie sich in einem unentwirrbaren Flechtwerke von Nervenröhren, das neben den bestimmteren Faserzügen die ganze graue Substanz erfüllt. Die zweite Fasermasse oder die lateralen Wurzelfasern der vorderen Hörner ziehen theils gerade, theils bogenförmig mehr auf Umwegen, wie z. B. längs der vordern äussern Begrenzung der vordern Hörner, und von der Mitte derselben aus nach der vorderen Hälfte der Seitenstränge zu, wo sie durch den äusseren Haufen der grossen vielstrahligen Zellen der Vorderhörner hindurchsetzen, hier zum Theil sich verlieren oder nicht weiter verfolgen lassen, z. Th. in wagerechtem Verlaufe in die Seitenstränge eindringen. Diese letztern Fasern gehen verschieden weit (bis nahe an die Hälfte oder selbst über dieselbe hinaus) in die Seitenstränge hinein, biegen sich dann nach oben oder nach *Clarke* auch nach unten um (schiefe Fasern der Stränge) und werden zu Längsfasern derselben. Es hängt mithin, um es anders auszudrücken, ein zweiter Theil der motorischen Wurzeln mit der vorderen Hälfte der Seitenstränge derselben Seite zusammen, während ein dritter Theil der-

selben gegen die Hinterhörner verläuft oder in dem dichten Flechtwerk von Nervenfasern der Vorderhörner sich verliert, und nur insofern zu bestimmten Endpuncten sich verfolgen lässt, als auch hier nachzuweisen ist, dass von den Wurzelbündeln manche Elemente mit den lateralen Nervenzellen der Vorderhörner sich verbinden.

Ausser diesen Wurzelfasern enthalten nun die Vorderhörner noch folgende z. Th. schon erwähnte Nervenröhren: 1) Ausstrahlungen der *Commissura anterior* nach vorn und nach aussen, deren Ende noch nicht zu ermitteln war. 2) Ausstrahlungen der hintern Commissur, von denen dasselbe gilt. 3) Einstrahlungen von Nervenröhren der hintern Hörner (siehe das folgende) und 4) Einstrahlungen von den Seitensträngen aus, die nicht mit Sicherheit in vordere Wurzelfasern, aber z. Th. zu motorischen Zellen zu verfolgen sind. 5) Längsbündel aus 5—10 feineren Fasern in geringer Zahl und einzelne stärkere Längsfasern (*Goll*).

Noch verdient Berücksichtigung, dass die Fasern, welche aus den vorderen und Seitensträngen in die motorischen Wurzeln übergehen, während ihres Verlaufes die meisten (vielleicht Alle) namhafte Aenderungen ihres Durchmessers erleiden. Diejenigen der Vorderstränge messen, wie oben angeführt wurde, anfänglich im Mittel 4,5—9 μ; in der vorderen Commissur kaum über 6 μ und in der grauen Substanz kaum mehr als 4,5 μ und ebenso verhält es sich auch mit denen der Seitenstränge, die jedoch schon innerhalb dieser selbst, wo sie wagerecht verlaufen, kaum über 4,5 μ messen. Auf diese Verschmälerung folgt aber zum Theil schon innerhalb der grauen Substanz, zum Theil da, wo die Wurzelbündel dieselbe verlassen, eine neue Dickenzunahme, welche schon oben durch Zahlen belegt wurde, so dass mithin, wenn wir von den peripherischen Nerven ausgehen, dieselben beim Eintritte ins Mark bis in die graue Substanz immer mehr sich verschmälern und beim Anschlusse an die längsverlaufenden Elemente der weissen Substanz wieder zunehmen, jedoch so, dass sie ihren anfänglichen Durchmesser bei weitem nicht erreichen. Von Theilungen sah ich an den Fasern der vorderen Wurzeln in den Vorderhörnern nirgends eine bestimmte Andeutung. Alle andern Fasern der Vorderhörner gehören zu den dünnen und allerdünnsten und besteht namentlich das zwischen den verschiedenartigen Bündeln liegende Flechtwerk aus Fäserchen, die kaum über 3,3 μ und z. Th. unter 2,2 μ messen.

Die hinteren Nervenwurzeln zeigen schon bei ihrem Eintritte verwickeltere Verhältnisse als die vorderen Wurzeln und kann man wesentlich zwei Abtheilungen derselben unterscheiden. Die eine derselben oder die lateralen hintern Wurzelfasern ziehen wagerecht oder leicht schief aufsteigend durch die Längsfasern der weissen Substanz im *Sulcus lateralis posterior* bis zu den hintern Hörnern. Hier lösen sie sich in einzelne stärkere und schwächere Bündel (von 22—45 μ) oder ganz zarte Faserzüge und einzelne Fasern auf und setzen jedes für sich und ohne wie es scheint mit Nervenzellen irgend welche Verbindung einzugehen durch die *Substantia gelatinosa* hindurch. Hierbei verfolgen die mittleren Bündel einen mehr geraden Verlauf, während die seitlichen meist bogenförmig mit der Wölbung nach aussen und nach innen dahinziehen, so dass das Ganze mehr weniger zierlich und bestimmt die Form von vielen wie von einem Pole ausgehenden Meridianen gewährt (Fig. 186). Gegen das vordere Ende der *Subst. gelatinosa* drängen sich diese Wurzelfasern etwas zusammen und verfolgen von hier aus namentlich zwei Wege. Der erste Theil derselben biegt sich im hintersten Theile der *Substantia grisea* selbst bogenförmig oder nahezu unter einem rechten Winkel um und verläuft der Länge nach auf- oder abwärts weiter, welche Fasern auf Querschnitten unmittelbar vor der *Subst. gelatinosa* als ein Haufen dunkler rundlicher Flecken leicht zu erkennen sind (Fig. 186). Der weitere Verlauf dieser longitudinalen Bündel der Hinterhörner, wie ich sie heisse, auf die *Clarke* und ich zuerst aufmerksam gemacht haben und die *Deiters* irrthümlich als *Clarke*'sche aufsteigende Colonnen bezeichnet (p. 140), ist schwer zu ermitteln. Ich liess diese Fasern früher an die [illegible]- und Seitenstränge sich an-

schliessen, jetzt möchte ich mich wenigstens theilweise zu den Annahmen von *Clarke* und *Stilling* bekennen, nach denen dieselben später wieder in die wagerechte Richtung umbiegen und gegen die Vorderhörner und die Commissuren verlaufen, immerhin muss ich für einen Theil dieser Fasern den Anschluss an die Hinterstränge aufrecht erhalten. Nach *Clarke* sollen bei der Katze im obern Theile des Rückenmarks die Fasern der sensiblen Wurzeln, die diese Bündel bilden, Alle abwärts laufen, bevor sie nach vorn wagerecht sich umwenden. Ihren Verlauf verfolgte *Clarke* theils bis zu schleifenförmigen Umbiegungen in den Vorderhörnern und Vordersträngen, theils verloren sich dieselben in den Vordersträngen oder im scheinbaren Anschlusse an die vordern Wurzeln (Zweite Abh. S. 349. Taf. XXIII).

Der zweite Theil der lateralen Fasermassen der hintern Wurzeln dringt vor der *Substantia gelatinosa* im Allgemeinen wagerecht nach vorn in den grauen Abschnitt des Hinterhorns und entzieht sich hier einem guten Theile nach in dem dichten Gewirr feiner nach allen Richtungen ziehender Nervenröhren dem Blicke, immerhin lassen sich manche dieser Fasern bis in die Höhe der Spitzen der Hinterhörner, ja selbst in die vordere graue Substanz verfolgen, wo sie z. Th. spurlos sich verlieren, z. Th. wie ich jetzt *Stilling* zugebe, in manchen Schnitten, besonders in den Anschwellungen, mit den von den vorderen Wurzeln in die Hinterhörner strahlenden Fasern wie zu denselben Zügen sich vereinigen (Fig. 183), ohne dass jedoch ein unmittelbarer Zusammenhang einzelner Fasern beider Wurzeln mit der nöthigen Bestimmtheit sich beobachten liesse. Andere dieser in die graue Substanz dringenden Fasern ziehen auch gegen die beiden Commissuren, in deren Fasern sie sich fortsetzen.

Die medialen Fasermassen der hintern Wurzeln ziehen gleich nach ihrem Eintritte in den *Sulcus lateralis posterior* einwärts in den Hinterstrang und verlaufen in mehr weniger starken Bogen wagerecht oder schief aufsteigend, nach *Stilling* auch schief absteigend, durch denselben nach vorn und aussen. Dann verlassen sie längs der medialen Ränder der *Substantia gelatinosa* und vor derselben bis gegen die Spitzen der Hinterhörner hin die Hinterstränge und treten, so viel ich sehe, alle nach vorn in die Vorderhörner, wobei sie gewöhnlich einen zierlich *S*förmig gebogenen Verlauf nehmen (Fig. 183). Ich verfolgte diese Fasern z. Th. bis in die vordere Commissur, z. Th., und diess war immer die Mehrzahl, bis zur hinteren (lateralen) Nervenzellengruppe der Vorderhörner, wo sie meist ganz dem Blicke sich entzogen, manchmal aber auch theilweise bis zum vorderen Theile der Seitenstränge zu verfolgen waren, in welchem sie sich verloren.

Die graue Commissur besteht nebst vieler Bindesubstanz aus einer geringeren Zahl feiner quer verlaufender Fasern, welche von den Seiten derselben aus grösstentheils rückwärts sich wenden und theils mit den sensiblen Wurzelfasern sich verbinden, theils in die hintere Hälfte der Seitenstränge eintreten, die erstern dieser Fasern verlaufen z. Th. längs der Ränder der Hinterstränge, z. Th. weiter nach aussen und hängen namentlich mit der lateralen Fasergruppe der hintern Wurzeln zusammen, wogegen das weitere Schicksal der letztern Fasern noch nicht ermittelt ist. Andere Fasern strahlen von dieser Commissur quer in das Grenzgebiet beider Hörner und entziehen sich hier, z. Th. auch im Vorderhorne selbst, der weiteren Verfolgung ganz und gar.

Die bisher gegebene Beschreibung galt vorzüglich von der Hals- und Lendenanschwellung, freilich den wichtigsten Theilen des Markes, und müssen daher hier noch einige abweichende Verhältnisse anderer Gegenden zur Sprache kommen. Am Rückentheile des Markes und bis in die beiden Anschwellungen hinein erzeugt die Anwesenheit des *Stilling*'schen Kernes der Hinterhörner einige nicht unwichtige Abänderungen. Hier nämlich geht die mediale Fasergruppe der hintern Wurzeln nach ihrem Austritte aus den Hintersträngen einem guten Theile nach von hinten und von der Seite her bogenförmig in die genannte Zellenmasse ein, löst sich in derselben in einzelne Fasern und kleinste Bündel auf und ist dann nicht weiter zu verfolgen. Dafür kommt von vorn und medial aus derselben Zellenmasse ein anderer Faserzug, der

dann, quer nach aussen sich wendend, pinselförmig zerfährt und in dem mittleren Theile der Seitenstränge sowohl im Bereich der vorderen als auch der hinteren Hörner sich verliert. Die ganze Lagerung dieser beiden Fasergruppen ist der Art, dass man sich des Gedankens nicht erwehren kann, dass ihre Elemente mit den Zellen des *Stilling*'schen Kernes zusammenhängen, resp. da enden und entspringen (Figg. 185. 186).

Auch die Fasern der sensiblen Wurzeln verschmälern sich während ihres Verlaufes durch die graue Substanz der hinteren Hörner. In den Wurzeln selbst messen dieselben zum Theil noch bis 18 μ, in der *Substantia gelatinosa* nie über 9 μ, in der *Substantia grisea* 2,2—6,7 μ, in den Commissuren nur 1,8—2,6 μ, in den Hinter- und Seitensträngen wieder 2,6—9 μ. Der Wechsel im Durchmesser ist auch hier an vielen Fasern, z. B. beim Eintritte der Wurzeln in die gelatinöse Substanz, unmittelbar zu beobachten.

Fig. 186.

Ausser diesen mit den motorischen und sensiblen Wurzeln zusammenhängenden Fasern sieht man sowohl in der grauen Substanz als auch in der *Substantia gelatinosa* ziemlich viele feinere Nervenröhren bis zu 1,8 μ herab, die nicht mit Bestimmtheit auf die der Wurzeln sich zurückführen lassen; doch darf vielleicht auch von diesen als nicht unwahrscheinlich angenommen werden, dass sie doch Abzweigungen derselben sind, wie dies auch in der That *Stilling* von denen der *Subst. gelatinosa* annimmt.

Den Centralcanal finde ich beim Erwachsenen, besonders im Halstheile, manchmal verwachsen, worin mir auch *Clarke* und *Goll* beistimmen, und ist *Stilling's* entschiedene Behauptung, dass diess nur an minder gut erhärteten Präparaten oder sonst durch Zufall vorkomme, sicherlich nicht gerechtfertigt, indem in den Fällen, wo derselbe verwachsen ist, seine Stelle durch eine reichliche Zellenwucherung bezeichnet wird, unter denen besonders die von mir beschriebenen mehrkernigen Formen sich finden. Ebenso gut, als gewisse Theile der Hirnhöhlen (*Ventr. septi pellucidi*, Hinterhorn, *Strambio's* 6. Ventrikel) in verschiedenen Graden der Rückbildung bis zur gänzlichen Verwachsung gefunden werden, ist etwas der Art auch beim fraglichen Canale möglich, womit jedoch nicht gesagt sein soll, dass derselbe nicht in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle offen gefunden werde. Der Centralcanal hat bei 22—220 μ Weite eine rundlich bandartige oder dreieckige Gestalt und ein cylindrisches flimmerndes Epithel von etwa 22 μ Dicke. Er liegt mitten in dem centralen grauen Kerne, *Stilling's Subst. gelatinosa centralis*, den ich mit *Virchow* zum Ependym zähle und den Verdickungen des Ependyms der Hirnhöhlen gleichsetze. Dieser Kern (Fig. 187) — der in der Lendenanschwellung am stärksten ist und an erhärteten Präparaten auf Querschnitten bald ziemlich scharf begrenzt von birn-, schild- oder herzförmiger Gestalt erscheint, bald unmerklich in der benachbarten grauen Substanz sich verliert, was nach *Stilling* die Regel ist — besteht ganz und gar aus Bindesubstanz, über welche der folgende §. nachzusehen ist.

Das *Filum terminale* enthält, soweit dasselbe noch Inhalt hat, als Fortsetzung des Ependymfadens des Markes, eine graue weiche Masse, die vorzüglich aus runden, 11—13 μ grossen, kernhaltigen, blassen Zellen besteht. Ausserdem finden sich im oberen Theile desselben zwischen den Zellen noch wirkliche dunkelrandige

Fig. 186. Querschnitt aus dem obern Theile der Lendenanschwellung des Markes eines Kindes, etwa 7½ mal vergr. *a.* Vordere, *b.* hintere Wurzel, *c.* Centralcanal, *d.* vordere, *e.* hintere Commissur, *f. Subst. gelatinosa*, *g.* Fasern aus den Hinterhörnern, die z. Th. sicher von den hintern Wurzeln abstammen zum *Stilling*'schen Kern *i*, *h.* Querschnitte der longitudinalen Fasern von der *Subst. gelatinosa*, *k.* Fasern aus dem *Stilling*'schen Kerne in die Seitenstränge, *l. m.* Zellengruppen der V[illegible] *n.* Venen.

Nervenröhren von verschiedenen, meist geringen Durchmessern, ferner zahlreiche feine blasse Fasern, deren Bedeutung mir nicht klar geworden, nämlich ob sie Fortsätze von Zellen oder von den allerfeinsten Nervenfasern sind. Der Centralcanal öffnet sich nach *Stilling* am Ende des *Conus medullaris* beim Menschen in die hintere Längsspalte, bei den höhern Wirbelthieren in die vordere. An dieser Stelle, die gewöhnlich schon als Anfang des *Filum* bezeichnet wird, ist der *Conus medullaris* in einer Länge von etwa 0,67 Cm gespalten, doch tritt unter dieser Stelle der Canal von Neuem auf, indem die untersten Schichten des Markes wieder einen geschlossenen Ring bilden, um dann gegen die Mitte des *Filum* hin blind zu enden (*Stilling*), während dessen Umgebung schon vorher schwindet, so dass der untere Theil des *Filum* beim Menschen keinen Theil mehr enthält, der als Fortsetzung des Rückenmarkes selbst anzusehen wäre und nur aus einem Bindegewebsstrange, der Verlängerung der *Pia mater*, dem Ende der *Art. spinalis anterior* und Venen besteht. Ausserdem ist zu erwähnen, dass das *Filum terminale* in seiner Umhüllung von der *Pia mater* auch Nerven enthält (Mikr Anat. II. 1), welche auch *Luschka* gesehen hat (Steissdrüse S. 81). Bei Thieren finden sich im Ganzen wohl ähnliche Verhältnisse, nur geht der *Canalis centralis*, wie es scheint, überall bis ans Ende des *Filum*.

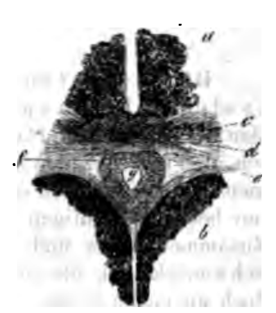


Fig. 187.

Nachdem im Jahre 1850 durch die Untersuchungen von *Clarke* und mir die Bahn für die Erforschung des histiologischen Baues der Centraltheile des Nervensystems geöffnet worden war, folgten in kurzen Zwischenräumen eine Reihe wichtiger Arbeiten über das Rückenmark, unter denen vor Allem die von *Bidder* und seinen Schülern, von *Stilling* und *Schröder v. d. Kolk*, dann die neuern Untersuchungen von *Clarke* und die von *Goll*, endlich die von *Reissner* und vor Allem vom *Deiters* hervorragen. Nichts destoweniger ist zur Stunde nach vielen Seiten noch keine Uebereinstimmung, weder in der anatomischen Auffassung der Elementartheile, geschweige denn in der Deutung des Zusammenhanges derselben hergestellt.

Den Faserverlauf im Rückenmarke anlangend, so gibt das oben Mitgetheilte eine Erweiterung und Ergänzung dessen, was ich früher in dieser Beziehung ausgesagt. Auch nach neuen immer wiederholten und mit bester Sorgfalt angestellten Untersuchungen kann ich nicht anders als vieles festhalten, was ich früher angegeben hatte, wie namentlich, dass die *Commissura anterior* z. Th. eine Kreuzung der Vorderstränge ist und dass die Fasern derselben einem Theile nach in die Fasern der vorderen Wurzeln sich fortsetzen, und freue ich mich zu sehen, dass *Stilling* und z. Th. auch *Deiters* in dieser Beziehung einem guten Theile nach mit mir einverstanden sind. Auf der andern Seite gebe ich nun auch *Stilling* und *Clarke* manches zu, was mir früher anders erschien oder nicht zu Gesicht gekommen war. Für weitere Einzelnheiten verweise ich vor Allem auf die Arbeiten von *Stilling*, *Clarke* und *Goll*, deren Untersuchungen über den Faserverlauf und die Anordnung der Elemente überhaupt ich fast nach allen Seiten als richtig anerkennen muss, und, was die nervösen Elemente anlangt, auf *Deiters*. Unbeschadet der Verdienste Anderer, wie *Schröder's v. d. Kolk*, *Schilling's* u. A., halte ich die Untersuchungen dieser Forscher und vor Allem die so ausführlichen Darstellungen von *Stilling* einerseits und von *Deiters* anderseits für das beste, was in diesem Gebiete geleistet worden ist. — Die Flimmerung im Rückenmarkscanale hat zuerst *Hannover* beim Salamander und bei Froschlarven gesehen (*Rech.* p. 27). Beim Menschen sah ich wohl zuerst eine Andeutung der Cilien (Handb.

Fig. 187. Querschnitt des mittleren Theiles des menschlichen Rückenmarks aus der Lendengegend. *a.* Vorderhörner, *b.* Hinterhörner, *c.* weisse Commissur, *d.* vorderer Theil der grauen Commissur, *e.* hinterer Theil derselben, *f.* centraler Ependymfaden mit dem Centralcanal *g.* und seinem Epithel.

2. Aufl. p. 299), worauf dann von *Stilling* ihr Dasein ausser Zweifel gesetzt wurde. Beim Frosche erkennt man die Flimmerung im *Filum terminale* ohne Präparation. — Den Centralcanal sahen *Clarke* und *J. Wagner* je in einem Falle doppelt.

§. 108.

Bindesubstanz des Rückenmarks und des centralen Nervensystems überhaupt. Eine der belangreichsten Fragen mit Bezug auf den feineren Bau des centralen Nervensystems ist die, ob ausser den entschieden nervösen Elementen, den Nervenzellen und Nervenfasern, auch noch andere Elemente in die Zusammensetzung desselben eingehen und welche Verbreitung denselben zukomme, indem nur bei einer richtigen Beantwortung dieser Frage eine Aussicht zur Erkenntniss des Zusammenhanges und genaueren Verhaltens der nervösen Theile sich eröffnet. Die Schwierigkeiten, die sich hier der Ermittlung der Wahrheit entgegenstellen, sind jedoch ungemein grosse, wie sich am besten daraus ergibt, dass bis jetzt noch nach keiner Seite eine Uebereinstimmung sich hat erzielen lassen und die Untersucher immer noch zwischen zwei ganz entgegengesetzten Ansichten hin und her schwanken, welche in *Stilling* und *Bidder* ihre Vertreter haben. Während nämlich *Stilling* fast alle im Rückenmarke vorkommenden Elemente bis zu den Epithelzellen des Centralcanales herab mehr weniger bestimmt als nervöse anspricht, schreibt der Letztere dem Bindegewebe einen ungemein grossen Antheil an der Zusammensetzung des Markes zu, so dass er selbst alle Zellen der hinteren grauen Hörner, die hintere graue Commissur und die *Substantia gelatinosa* mit Ausnahme der durchtretenden Wurzeln für aller nervösen Elemente bar erklärt. Was mich betrifft, so habe ich schon in der 3. Auflage dieses Werkes einen vermittelnden Standpunct eingenommen, und sehe mich um so mehr veranlasst, an demselben festzuhalten, als ich in Folge erneuerter Untersuchungen über das Bindegewebe überhaupt und dasjenige des centralen Nervensystems insbesondere im Falle zu sein glaube, meine Auffassung klarer und überzeugender darzuthun, als diess früher der Fall war.

1. Zum Einzelnen übergehend, schildere ich nun zuerst die Bindesubstanz des Markes und beginne mit der Bemerkung, dass nach dem, was ich bis jetzt ermittelt habe, hier — abgesehen von der *Pia mater* und ihrem Fortsatze in der vordern Spalte und der *Adventitia* grösserer Gefässe — durchaus kein gewöhnliches fibrilläres Bindegewebe sich findet, sondern nur einfache Bindesubstanz, die ganz und gar aus Netzen sternförmiger Bindesubstanzzellen (Bindegewebskörperchen, Saftzellen) oder aus einem Gerüste kernloser aus den Zellennetzen hervorgegangener vielfältig untereinander verbundener Fasern und Bälkchen besteht, wie sie im allgemeinen Theile (§. 23) als Bestandtheil der cytogenen Bindesubstanz beschrieben wurden. Diese Netze und Gerüste, die ich, wo sie für sich allein als Stützsubstanz anderer Gewebselemente vorkommen, mit dem Namen der netzförmigen Bindesubstanz bezeichne, finden sich im Rückenmarke in beiden Substanzen in einer solchen Entwickelung, dass sie einen sehr bedeutenden Theil der ganzen Masse des Organes ausmachen, mit andern Worten es bilden dieselben ein die ganze weisse und graue Substanz durchziehendes zartes Skelet, das ich das *Reticulum* des centralen Nervensystemes heissen will, welches in seinen zahlreichen Lücken die Zellen und Nervenröhren enthält und selbst wieder die Blutgefässe trägt. Das Genauere anlangend, so zeigt die weisse Substanz auf Querschnitten (Fig. 188), dass, wie schon *Bidder* beschreibt und abbildet, die Nervenröhren nirgends sich unmittelbar berühren, sondern allerwärts durch eine Zwischensubstanz von einander getrennt sind, welche, wenn man sich die Röhren wegdenkt oder wenn dieselben herausgefallen sind, als ein regelmässiges Netzwerk mit rundlichen Lücken erscheint. Wo Gefässe liegen, steht dieses *Reticulum* entweder mit der Oberfläche derselben in Verbindung oder geht von einer dieselbe[illegible]tig umhüllenden Art *Adventitia*

aus, die selbst nichts als ein dichterer Theil des Netzwerkes ist und nur selten auch fibrilläres Bindegewebe enthält. Nach innen hängt dieses Netzwerk mit einem ähnlichen Gerüste der grauen Substanz unmittelbar zusammen und nach aussen verdichtet sich dasselbe zu einer 22—45 μ dicken, von *Bidder* zuerst genauer gewürdigten Rindenschicht der weissen Substanz (Fig. 188), die ihrerseits wiederum, jedoch nur locker, mit der *Pia mater* zusammenhängt. Ueber die genauere Natur des fraglichen Gerüstes geben Querschnitte wenig Aufschluss, immerhin ergibt sich so viel, dass dasselbe an vielen Knotenstellen rund-

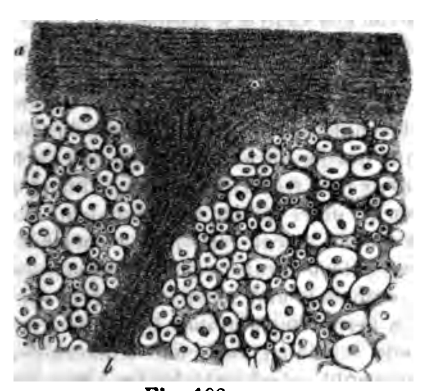


Fig. 188.



Fig. 189.

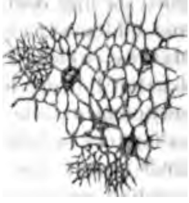


Fig. 190.

liche Kerne von 4,5—6,7 μ mittlerer Grösse enthält, so dass das Ganze häufig den Eindruck eines Netzes sternförmiger Zellen macht (Fig. 189), dagegen sieht man an Längsschnitten (Fig. 190), namentlich wenn man dieselben etwas zerfasert, aber auch sonst, wenn der Schnitt dünn ist, das die Balken des fraglichen Gerüstes nur die Querschnitte dünner Blätter oder Scheidewände sind, welche röhrige Fächer für die Nervenfasern bilden und ihrerseits ganz und gar aus einem feinen und dichten Netzwerke bestehen, welches da und dort die erwähnten Kerne trägt. Für den, der mit den verschiedenen Formen der Bindesubstanzzellen nur etwas bekannt ist, kann es keinem Zweifel unterliegen, dass es sich hier um Netze sternförmiger Zellen handelt, die jedoch das Eigenthümliche zeigen, dass ihre Ausläufer zahlreich verästelt sind und sowohl unter einander, als mit denen benachbarter Zellen auf's reichlichste zusammenhängen, so dass hautartige Bildungen entstehen, die in etwas an dichte elastische Netze erinnern. Es findet sich somit hier etwas Aehnliches wie in Sehnen (siehe oben), nur dass die Zellenausläufer weniger hautartig und platt, sondern mehr faserartig sind.

Das ganze hier beschriebene Gerüst ist im frischen Rückenmarke sehr weich und nur in Bruchstücken zur Anschauung zu bringen, dagegen tritt dasselbe durch die verschiedenen Erhärtungsmittel sehr gut hervor, nur dass es durch Chromsäure und

Fig. 188. Ein Theil des Querschnittes eines menschlichen Rückenmarkes aus der unteren Dorsalgegend und von der Oberfläche des Seitenstranges. *a.* Rindenschicht der weissen Substanz, deren Kerne nicht gezeichnet sind. *b.* Ein Fortsatz derselben in das Innere. Das übrige ist netzförmige Bindesubstanz (*Reticulum*), in deren Lücken hier nur die Axencylinder der Nervenröhren sichtbar sind, von denen ausser stärkeren Fasern auch zahlreiche feinere vorhanden waren, die z. Th. nur wie in den Balken des *Reticulum* stecken. Vergr. 350; Carminpräparat.

Fig. 189. Ein Theil des *Reticulum* der weissen Substanz der Hinterstränge des menschlichen Markes, Vergr. 350. Es sind 3 Kerne im *Reticulum* sichtbar und in dessen Maschen die Axencylinder z. Th. mit Umhüllung des blass gewordenen Nervenmarkes. Carminpräparat.

Fig. 190. Ein Theil des *Reticulum* der Bindesubstanzzellen aus den Hintersträngen des menschlichen Markes in der Längsansicht, Vergr. 350. An zwei Stellen sind die feinsten Netze des *Reticulum* dargestellt, die jedoch zu steif ausgefallen sind.

Alkohol offenbar eher etwas schrumpft und in nach *Clarke's* Verfahren erhaltenen Schnitten, mögen dieselben nun mit Carmin gefärbt sein oder nicht, etwas gequollen erscheint. Die letzteren Schnitte, vor Allem die gefärbten, an denen die Kerne des Gerüstes gefärbt, die Zellenausläufer meist ungefärbt sind und nur wo sie in Menge beisammenliegen, roth erscheinen, sind aus diesem Grunde zwar sehr geeignet, die genaueren Verhältnisse des Netzwerkes zu zeigen, dagegen erscheinen die Platten desselben offenbar dicker als sie wirklich sind und die Lücken zwischen denselben zu gross. Es entspricht somit nicht der ganze Raum einer solchen Lücke, die immer einen Axencylinder einschliesst (das Nervenmark ist an solchen Schnitten, wenn auch nicht immer leicht, doch manchmal zu erkennen), einer Nervenfaser, und lässt sich aus der Breite derselben kein Schluss auf die der Nervenfasern selbst ableiten. — An der Oberfläche des Markes, in der hier befindlichen Rindenschicht, dann um die stärkeren Gefässe und auch sonst da und dort liegen die Zellennetze in mehrfachen Schichten über einander und bilden stärkere Platten. Am deutlichsten ist diess in der Rindenschicht des Markes, welche Lage auch dadurch die Aufmerksamkeit erregt, als sie den entschiedensten Beweis liefert, dass im centralen Nervensysteme graue weiche Belegmassen vorkommen, die keine Spur nervöser Elemente enthalten und einen wichtigen Anhaltspunct in Betreff der Deutung der feinkörnigen kernhaltigen grauen Rinde des Gehirnes abgeben. Am Rückenmarke besteht diese Rinde scheinbar auch aus feinkörniger kernhaltiger Substanz, eine genaue Untersuchung ergibt jedoch entschieden, dass sie ganz und gar aus den dichtesten, zartesten Netzen von Bindesubstanzzellen besteht und mit den inneren Netzen der Marksubstanz untrennbar zusammenhängt. Noch bemerke ich, dass in der weissen Substanz selbst die Lücken der Fächer für die Nervenfasern keineswegs so gleichmässig sind, wie sie *Goll* zeichnet, vielmehr findet man an allen den Stellen der weissen Substanz, wo feinere Nervenröhren vorkommen, die Fächer des Gerüstes an vielen Orten sehr schmal und auch am erhärteten Organe nicht erweitert, so dass oft die rothen Axencylinder einfach in den Balken des Gerüstes zu stecken scheinen und keineswegs von den Ringen umgeben sind, welche *Goll* ohne Grund als ganz bezeichnend für die Querschnitte von Nervenfasern ansieht.



Fig. 191.

In der grauen Substanz verhält sich die Stützsubstanz oder das *Reticulum* im Wesentlichen ebenso wie in der weissen Substanz, nur bildet dieselbe hier, wie leicht begreiflich, kein regelmässiges Fächerwerk, sondern ein feines unregelmässiges Schwammgewebe und enthält viel mehr Kerne oder zeigt dieselben wenigstens viel deutlicher. An gröberen Schnitten schon unterscheidet man mit Leichtigkeit überall zwischen den Nervenzellen, deren Ausläufern und den Nervenfasern die besagten Kerne, dagegen erscheint die übrige Zwischensubstanz meist nur feinkörnig oder höchst undeutlich faserig. An feinen Schnitten guter Carminpräparate oder durch Zerzupfen solcher zeigt sich jedoch auch hier ein äusserst zartes und dichtes Netzwerk, das in erweiterten Stellen die Kerne einschliesst und führt eine sorgfältige Untersuchung zur Ueberzeugung, dass die Grundsubstanz überall aus zarten mit ihren Ausläufern dicht verflochtenen Bindesubstanzzellen besteht.

Fig. 191. Bindesubstanzzellen aus dem grauen centralen Kerne des Markes vom Menschen, 350mal vergr.

Zu diesem *Reticulum* gehören nun auch die Elemente des centralen Ependymfadens, der ganz und gar aus sternförmigen Zellen besteht, welche durch fadenförmige Ausläufer unter einander und mit den benachbarten Theilen des *Reticulum* sich verbinden. Erwähnung verdient übrigens 1) dass die Zellen hier meist schöner und deutlicher sind als an andern Stellen des Markes, in einzelnen Fällen auch mehrfache Kerne enthalten — welche Beobachtung ich *Stilling* gegenüber aufrecht erhalten muss — und längere und minder verästelte Fortsätze besitzen als anderswo, welche so angeordnet sind, dass ringförmige und strahlenförmige Zeichnungen, sowie eine feinere Punctirung (durch längsverlaufende Elemente) des Ependymfadens entsteht, und 2) dass die Fortsätze der Zellen sowohl mit fadenförmigen Ausläufern der Epithelzellen des Centralcanales (*Stilling*, *Bidder*, *Kupffer*, *Clarke* u. A.) als auch, wie *Clarke* mit Recht angiebt, mit der *Pia mater* im Grunde der vorderen Spalte und dem *Reticulum* zwischen den beiden Hintersträngen sich verbinden.

2. *Reticulum* oder Stützsubstanz des Gehirns. Während die Bindesubstanz des Markes schon vielfältig Gegenstand der Untersuchung war, hat man beim Gehirne noch kaum angefangen, auf dieselbe zu achten, und doch ist auch hier die Frage nach ihrem Vorkommen von äusserster Wichtigkeit. Nach meinen Erfahrungen findet sich ein *Reticulum* aus einfacher Bindesubstanz, d. h. aus Netzen von Bindesubstanzzellen wohl allerwärts auch im Gehirne, wenigstens habe ich dasselbe gefunden in der ganzen *Medulla oblongata* mit Inbegriff der grauen Substanz der Oliven, allerwärts im *Pons*, in der weissen und grauen Substanz der *Hemisphaeria cerebri*, im Balken, *Fornix* und Streifenhügel. An allen diesen Gegenden finden sich zwischen den nervösen Elementen die kleinen schon beim Marke beschriebenen Kerne, welche an erhärteten Stücken in erweiterten Stellen eines mehr minder dichten Netzwerkes enthalten sind, dessen Uebereinstimmung mit dem *Reticulum* des Markes keinem Zweifel unterstellt werden kann. In der weissen Substanz, vor Allem in der *Medulla oblongata* und im *Pons Varoli*, ist das Netz übrigens weitmaschiger und daher auch schöner als in der grauen Substanz, in welcher dasselbe, namentlich an der Oberfläche von *Cerebrum* und *Cerebellum*, eine solche Feinheit und Enge der Maschen zeigt, dass das Ganze nur mit starken Linsen und auch so nicht einmal ganz bestimmt als Netz zu erkennen ist und bei gewöhnlichen Vergrösserungen einfach feinkörnig erscheint. Wo die Nervenelemente spärlich sind oder selbst ganz fehlen, wie in gewissen Theilen der grauen Substanz des *Cerebrum*, fliessen, gleich wie an der Oberfläche des Markes, die Zellen des *Reticulum* so zusammen, dass scheinbar eine zusammenhängende feinkörnige Masse mit Kernen entsteht, in der vielleicht keine weiteren Lücken als die für die Blutgefässe oder dann nur verschwindend kleine, nicht mehr mit Bestimmtheit als solche wahrnehmbare Zwischenräume sich finden. — Bemerkenswerth ist ferner, dass im Gehirn an bestimmten Stellen, wie in der rostfarbenen Schicht der Windungen des kleinen Hirns und im Ammonshorne (ich, *Kupffer*) das *Reticulum* durch die ungemeine Menge der in dasselbe eingeschlossenen Kerne sich auszeichnet, was selbst im Ependymfaden des Markes, ausser wenn der Centralcanal verwachsen ist, nirgends in der Weise vorkömmt. — Zur Bindesubstanz zählen endlich auch wohl unzweifelhaft besondere radiäre in den äussersten Lagen des *Cerebellum* von *Bergmann* entdeckte und von *Hess*, *F. E. Schulze* und *Deiters* näher untersuchte Fasern. Dieselben bilden mit verbreiterten Theilen innerhalb der *Pia* an der Oberfläche des *Cerebellum* ein den *Limitantes* der *Retina* ähnliches Häutchen und ziehen von hier in geringen Abständen zu cylindrischen Fäserchen verschmälert gerade in die rein graue Lage ein, in der sie oft bis über die Hälfte ihrer Dicke sich verfolgen lassen.

Die Bindesubstanz des centralen Nervensystems wurde wie besonders *Bidder* und *Kupffer* betont haben, schon im Anfange dieses Jahrhunderts von *Keuffel* aus dem Marke beschrieben und zwar in einer, verglichen mit dem damaligen Stande der Dinge, auffallend richtigen Weise (*Reil's* Arch. X. 1811). Die spätern Schriftsteller würdigten je-

doch diese Angaben nicht in entsprechender Weise, und so kam es, dass beim Auftauchen der neuen Epoche der Gewebelehre nach *Schwann* das Vorkommen eines fremdartigen Gewebes im centralen Nervensysteme dem Bewusstsein der Forscher ganz entrückt war. Erst im Jahre 1846 beschrieb *Virchow* die Unterlage des Epithels der Hirnhöhlen als streifige bindegewebeartige Schicht (Zeitschr. f. Psychiatrie 1846. Heft II) und 1853 stellte derselbe Forscher den Satz auf, dass eine weiche, der Bindesubstanz im Grossen zugehörende Grundmasse überall die Nervenelemente der Centren durchsetze und zusammenhalte, und dass das *Ependyma* nur der an der Oberfläche über die Nervenelemente frei hervortretende Theil davon sei. Da jedoch dieser Ausspruch offenbar nicht auf Beobachtungen sich stützte, indem *Virchow* keinerlei Beschreibung der fraglichen Grundmasse, die er später als Nervenkitt, *Neuroglia*, bezeichnete (Gesammelte Abhandlungen S. 890), gab, so fand derselbe auch keine weitere Beachtung, und waren es erst *Bidder* und seine Schüler *Owsjannikow*, *Kupffer* und *Metzler*, die vom Jahre 1854 an die Lehre von dem Vorkommen von Bindesubstanz in den Centralorganen des Nervensystems neu begründeten. Von diesen Beobachtern wurde im Rückenmarke von Wirbelthieren aller Abtheilungen eine reichliche Bindesubstanz beschrieben, welche sowohl die weissen Stränge durchziehe, als auch und vor Allem in der grauen Substanz in reichlichster Menge sich finde. So soll nach *Owsjannikow* im Marke von Fischen und nach *Kupffer* in dem des Frosches die graue Substanz ausser den grossen vielstrahligen Zellen der Vorderhörner nur Bindesubstanz enthalten. Im Marke von Säugern rechnen *Bidder* und *Kupffer* alle Zellen der Hinterhörner, die ganze graue Commissur und alle Elemente der *Substantia gelatinosa* zum Bindegewebe und finden ausserdem noch durch die ganze übrige graue Substanz und die weissen Stränge in reichlichster Menge Bindesubstanz, so dass somit diesem Gewebe ein nie geahnter Antheil an der Zusammensetzung des so wichtigen Organes zukäme. — So gut nun auch diese Angaben von gewissen Seiten aufgenommen wurden, so fanden dieselben doch bald in *Stilling* einen sehr entschiedenen Gegner, indem derselbe fast alle im Rückenmark vorkommenden Elemente, Zellen wie Fasern, ja selbst die Epithelzellen des Centralcanales als nervöse Bildungen ansprach, und beginnt von dieser Zeit an ein Streit über die Bedeutung der Elemente des Markes, der der richtigen Erkenntniss der Verhältnisse desselben den grössten Eintrag that, schliesslich aber doch die Wahrheit fördern half. Was mich betrifft, so bin ich in dieser Angelegenheit von Anfang an eher auf *Bidder*'s Seite gewesen, indem ich schon im Jahre 1855 (Gewebel. 2. Aufl.) durch die ganze graue Substanz des Markes des Menschen sternförmige Bindegewebskörperchen beschrieb und in der 3. Aufl. S. 291 solche auch in den weissen Strängen nachwies; nichtsdestoweniger konnte ich nicht umhin, gewissen Ausschreitungen der Dorpater Beobachter entgegen zu treten. So zeigte ich mit *Stilling* contra *Owsjannikow*, dass das Rückenmark der Fische in der grauen Substanz nicht nur Bindegewebe, sondern auch zahlreiche dunkelrandige Nervenröhren enthält, ferner wiesen wir entgegen *Bidder* und *Kupffer* nach, dass die grosse Mehrzahl der vermeintlichen Bindegewebszüge der grauen Substanz des Froschmarkes wahre Nervenröhren sind und dass auch das *Filum terminale* des Frosches, welches als rein bindegewebiger Natur besonders betont worden war, gerade umgekehrt durch den Reichthum an Nervenfasern sich auszeichnet. Ebenso musste ich mich dafür erklären, dass die Hinterhörner des menschlichen Markes ächte Nervenzellen und die graue Commissur wirkliche Nervenfasern enthält. War ich so in allen diesen Beziehungen mit *Stilling* einverstanden, so konnte ich dagegen unmöglich der Ansicht desselben mich anschliessen, dass das Epithel des Centralcanals und die Elemente des centralen Ependymfadens nervöser Natur seien und bekannte ich mich in dieser Beziehung zur Auffassung von *Bidder*, als dessen grosses Verdienst ich es betrachte, dass er die Aufmerksamkeit auf die nicht nervösen Elemente des Markes gelenkt hat. *Bidder*'s Beschreibung auch der ächten Bindesubstanz des Markes ist übrigens etwas unbestimmt und glaube ich durch meine neueren, in diesem §. mitgetheilten Untersuchungen diese Angelegenheit so ziemlich dem Abschlusse zugeführt zu haben, wobei mir das zu Gute kam, dass ich von meinen Beobachtungen über das Bindegewebe her auf die grosse Verbreitung einer Stützsubstanz in Gestalt von Netzen reiner Bindesubstanzzellen aufmerksam geworden war. — Noch bemerke ich, dass von neuern Beobachtern namentlich *Clarke* und *Goll* das Vorkommen von Bindesubstanz im menschlichen Marke anerkennen, ohne dieselbe genauer zu beschreiben und dass jetzt auch von *Frommann*, *Deiters* und *Besser* genauere Mittheilungen über die Bindesubstanz der nervösen Centraltheile vorliegen, die im Wesentlichen mit meinen Angaben übereinstimmen. — In Betreff der Binde-

substanz im Marke niederer Wirbelthiere vergleiche man noch die Arbeiten von *Mauthner*, *Reissner*, *Traugott* und *Stieda*.

Von den Epithelzellen des Centralcanales bemerke ich noch Folgendes. Schon *Hannover* sah im Jahre 1844 die Epithelzellen der Hirnventrikel des Frosches an ihrem äussern Ende in feine Fasern sich fortsetzen, die er für Nervenfasern erklärt (*Rech. micr.* p. 20), und *Stilling* machte ähnliche Beobachtungen für die Epithelzellen des Frosches. Diese Fortsätze, die sicher nicht nervös sind, haben in neuerer Zeit so viele Beobachter gesehen, wie *Kupffer* und *Bidder* beim Frosche, *Gerlach* im *Aquaeductus Sylvii* des Menschen, *Mauthner* beim Hechte, *Clarke* beim Ochsen (*Phil. Trans.* 1859. *I. p.* 455) und *Traugott* beim Frosche, denen ich eigene Erfahrungen beim Menschen anreihen kann, dass ihr Vorkommen unmöglich bezweifelt werden kann. Ebenso sicher ist aber auch der Zusammenhang dieser Fortsätze mit dem *Reticulum* der grauen Substanz, für das von neuern Forschern besonders *Gerlach*, *Mauthner*, *Clarke* und *Traugott* einstehen. Beim Menschen finde ich die Verhältnisse ganz so, wie sie *Clarke* beim Ochsen beschreibt (*Phil. Trans.* 1859. *Taf. XXII. Fig.* 53) und sehe ich hier namentlich auch die mit mehrfachen *Nucleolis* versehenen Kerne in den Epithelzellen in verschiedenen Höhen der Epithelschicht und zwei etwas verschiedene Formen der Zellen, je nach der Lage des Kernes (s. Fig. 192).



Fig. 192.

Die graue Rindenschicht des Markes war bei Thieren schon *Al. Monro* bekannt und wurde später von *Burdach* bestätigt. *Remak* gelang es nicht, dieselbe mit Bestimmtheit zu finden (*Observ. anat.* 1838. *p.* 81) und waren *Bidder* und *Kupffer* die Ersten, die diese Lage mit dem Mikroskope nachwiesen, ohne sie genauer zu beschreiben (Text. d. Rückenmarkes S. 35 u. 36). Ausserdem erwähnen nur *Clarke* und *Goll* diese Lage (l. c. S. 8), wogegen *Stilling* dieselbe mit der *Pia mater* verwechselt (Neue Unters. S. 1182). Meinen Erfahrungen zufolge haben *Bidder* und *Kupffer* vollkommen Recht und kann ich noch beifügen, dass eine solche Rindenschicht aus Bindesubstanz auch an den weissen Oberflächen des Gehirns sich findet, wenigstens sah ich dieselbe ganz bestimmt an der *Medulla oblongata* und am *Pons*.

Während über die Bindesubstanz des Markes eine Menge Beobachtungen vorliegen, ist die Frage nach dem Vorkommen eines solchen Gewebes im Gehirne noch kaum in Angriff genommen. *Virchow*'s kurze oben erwähnte Andeutungen abgerechnet, findet sich hier (in der 4. Aufl.) wohl zum ersten Male die Bindesubstanz der weissen Hirnsubstanz genauer beschrieben, nachdem durch mich schon im Jahre 1850 auf das Vorkommen von scheinbar freien Kernen in den weissen Bündeln des Streifenhügels und im Balken aufmerksam gemacht worden war (Mikr. Anat. II. 1. S. 470 und 479), was dann später *Gerlach* für die äussersten Lagen der weissen Substanz des *Cerebellum* und *R. Berlin* für dieselbe Gegend am grossen Hirn bestätigte. In Betreff dieses *Reticulum* der weissen Substanz des Gehirns bemerke ich nun nachträglich noch, dass dasselbe bei neugebornen Kindern sehr leicht zur Anschauung gebracht werden kann, nur schwer dagegen und nur durch die Verfahrungsweisen, die die markhaltigen Nervenröhren erblassen machen, beim Erwachsenen, bei dem namentlich auch Färbung mit *Carmin* zu empfehlen ist. Was die graue Substanz anlangt, so liegen hier schon mehr Angaben vor. *Henle* hatte seiner Zeit die feinkörnige Masse mit Kernen, die in allen Ansammlungen grauer Substanz des Hirns sich findet, für nervös und gewissermaassen als zusammengeflossene oder nicht gesonderte Ganglienzellenmasse erklärt und ist diess die Ansicht, die jetzt noch in dieser oder jener Auffassung wohl am meisten Vertreter hat. Auf der andern Seite sprach, wie oben erwähnt, *Virchow* die Ansicht aus (l. s. c. und Cellularpathologie 1. Aufl. S. 250 u. 252), dass dieselbe eine Art Bindesubstanz sei. Dieser Auffassung stimmte ich in der 3. Aufl. dieses Werkes bei (S. 317) und erklärte ausserdem auch die Körner der Rinde des Kleinhirns für ein indifferentes

Fig. 192. Einige Epithelzellen des *Canalis centralis* des Menschen. 400mal vergr. Die Flimmern sind nicht erhalten, wohl aber die fadenförmigen Fortsätze der Zellen, an denen jedoch keine Enden sichtbar sind. Aussen an den Zellenkörpern sieht man die Fäserchen der hintern grauen Commissur mit Kernen (Bindesubstanz) und eine spindelförmige Zelle, die einen Fortsatz gegen das Epithel hinsendet.

Stroma nicht nervöser Natur, im Widerspruche mit *Gerlach*, der Verbindungen derselben mit Nervenfasern und Nervenzellen gesehen zu haben glaubte. In neuerer Zeit sind nun in dieser Angelegenheit noch mehrere gewichtige Stimmen laut geworden. *R. Wagner*, *Berlin* und *Stephany* fassen alle die fraglichen Theile der grauen Substanz als nervös auf, deuten jedoch die Verhältnisse in verschiedener Weise. *R. Wagner* erklärt die graue Substanz, welche die Windungen des kleinen Gehirns bedeckt und eine ziemlich homogene, feinkörnige, mit zerstreuten Kernen versehene Schicht bildet, für eine Ausbreitung reiner Nervensubstanz, welche sich bis zwischen die Körner der rostfarbenen Schicht erstrecke und als eine zusammengeflossene Ganglienmasse betrachtet werden könne. Aus dieser »centralen Deckplatte« sollen die grossen flaschenförmigen Nervenzellen mit feinen Wurzeln entspringen, die sich unmittelbar aus der moleculären Masse zusammensetzen, gerade so wie die Axencylinder der elektrischen Nerven durch feinste Vertheilung in die elektrische Platte übergehen. *R. Berlin*, der nur die Windungen des *Cerebrum* untersuchte, die nach *Wagner* wie die des *Cerebellum* sich verhalten, fand hier die Kerne in ähnlichen Beziehungen zu Nervenfasern und Zellen, wie sie *Gerlach* vom kleinen Gehirne beschreibt, spricht sich dagegen über die moleculäre Lage nicht aus. *Stephany* endlich beschreibt aus der Rinde des grossen Hirns überall, wo bisher eine feinkörnige Substanz angenommen wurde, ein dichtes Netzwerk feiner Fäden, das durch Carmin sich nicht färbe, als »terminales Netz der Hirnrinde«, mit welchem sowohl die Ausläufer der Nervenzellen, als die Nervenfasern sich verbinden, und in welches freie Kerne und runde Zellen eingebettet seien, deren Natur zweifelhaft gelassen wird. — Diesen Beobachtern gegenüber behauptet *Max Schultze* in einer beiläufigen Mittheilung (*Obs. de retinae str.* p. 10), dass die feinkörnige Substanz der Rinde des Gehirnes nur Bindesubstanz sei, wie es scheint vorzüglich gestützt auf den von ihm gegebenen Nachweis, dass die entsprechende Lage der *Retina* aus einem äusserst zarten Netzwerke bestehe, das mit den nervösen Elementen nicht zusammenhängt. *Stephany*'s spätere Beobachtungen würden demnach wohl vielleicht mit Bezug auf das Netzwerk richtig sein, das übrigens *Schultze* von der *Retina* viel feiner zeichnet, nicht aber in Betreff der Deutung desselben. Endlich habe ich noch eine Arbeit von *Uffelmann* zu erwähnen, der (l. i. c.), wie schon *Henle* in seinen Jahresberichten (1859. p. 37, 1860. p. 55), solche Netze als Kunsterzeugnisse betrachtet und in der Deutung der feinkörnigen Substanz mit ihren Kernen bei *Henle*'s oben erwähnter Auffassung stehen bleibt, sie mithin für nervös hält, während *Deiters* an *M. Schultze* und mich sich anschliesst.

Dass ich selbst in Betreff der Deutung der grauen Substanz der Hirnrinde im Wesentlichen mit *Virchow* übereinstimme, habe ich oben schon erwähnt und füge ich hier noch Folgendes bei. Die Ermittlung des eigentlichen Baues der fraglichen feinkörnigen Substanz ist gewiss sehr schwierig und wird es vielleicht noch lange dauern, bis es gelingt, in dieser Beziehung eine allgemeine Uebereinstimmung zu erzielen. Für ganz sicher halte ich in Uebereinstimmung mit *Henle* und *Uffelmann*, dass keine Netze vorkommen, die bei 300maliger Vergrösserung so erscheinen, wie sie *Stephany* abbildet, vielmehr waren die Netze, die ich hier gesehen zu haben glaube, nur bei den besten Vergrösserungen (No. 10 von Hartnack) sichtbar und liessen keine andere Vergleichung zu als mit den Endnetzen im elektrischen Organe von *Torpedo* und mit den Retinanetzen von *Schultze*. Am deutlichsten sah ich dieselben an mit verdünnter Chromsäure behandelten Präparaten, weniger oder gar nicht an mehr erhärteten, dann an in Alkohol erhärteten Gehirnen von Kindern. Deutlicher waren dieselben ferner in den innern Theilen der grauen Rinde des *Cerebrum*, wo noch viele Nervenfasern vorkommen, als in den äussern Lagen, wo oft nichts als feinkörnige Masse zu sehen war. Nehme ich dazu, dass das *Reticulum* von Bindesubstanz in der weissen Substanz von *Cerebrum* und *Cerebellum*, das keinem Zweifel unterliegt, an beiden Orten entschieden mit dem der grauen Substanz zusammenhängt, so kann ich nicht anstehen, auch für diese die nicht nervöse Natur zu behaupten, obschon ich zugebe, dass die Stützsubstanz hier etwas anders sich verhält. Uebrigens ist es für die Auffassung des *Reticulum* ganz gleichgültig, ob die Zellen desselben lockere oder dichtere Netze bilden oder selbst nahezu ganz verschmolzen sind und ist die Hauptsache die, zu wissen, dass dieselben untergeordnete Stützsubstanz sind. Und für diese Auffassung stehe ich nach sorgfältiger Erforschung der Bindesubstanz des ganzen centralen Nervensystems ein, und möchte nur noch für diejenigen, die in hergebrachter Weise gewohnt sind, bei Bindegewebskörperchen an festere Gebilde und elastische Fasern zu denken, bemerken, dass viele Bindesub-

ınzzellen zu den zartesten und vergänglichsten Bildungen gehören, die nur vorkommen ıd ein sehr weiches eiweissreiches Cytoplasma führen, wie am schlagendsten die Unter-.chung der Bindesubstanzzellen von Embryonen lehrt. Es spricht daher nicht im Gering-en gegen die Auffassung von *Schultze* und mir, wenn die fragliche feinkörnige Sub-ınz und das *Reticulum* des centralen Nervensystems überhaupt als sehr weich und reich ı Eiweisskörpern gefunden wird. In Betreff der Deutung der Elemente des centralen Ner-ensystems erlaube ich mir noch zu betonen, 1) dass nur solche blasse Fasern für nervös halten werden dürfen, die entweder mit dunkelrandigen Nervenfasern oder mit entschie-nen Nervenzellen zusammenhängen, 2) dass nur die Zellen bestimmt als Nervenzellen an-ısprechen sind, die mit dunkelrandigen Fasern sich verbinden, und 3) dass alle die Theile .r nicht nervös zu halten sind, die mit den Elementen der *Pia mater* oder den Epithelzellen er innern Höhlen zusammenhängen. Da jedoch solche Nachweise an vielen Orten noch nicht ı geben waren, so bleiben die Form, Grösse, innere Beschaffenheit und die Lagerungs-erhältnisse der Theile oft die einzigen Anhaltspuncte und erklärt sich die abweichende uffassung mancher Theile bei verschiedenen Autoren. Ferner beachte man, in welcher eziehung besonders *Deiters* treffliche Winke gegeben hat, dass bei der Anlage des cen-alen Nervensystems ein Theil der anfänglich gleichen Elemente nach und nach zu indiffe-uten Bildungen sich entwickelt. Je nachdem diese Entwickelung mehr weniger fortschrei-t, werden dann die Elemente anatomisch und chemisch nervösen Elementen ähnlicher sehen ler weiter von denselben abstehen und wird auch diess die Entscheidung erschweren önnen.

Nur kurz deute ich noch an, dass das *Reticulum* des Gehirns und Markes gewiss auch ir den **Pathologen** von grosser Bedeutung ist und dass eine weitere Verfolgung seiner ıntartungen in der von *Virchow* auch hier schon angebahnten Richtung jetzt, wo auch der au desselben genauer bekannt ist, sicherlich zu wichtigen Ergebnissen führen wird. Mit ückticht auf diese Verhältnisse möchte ich nun namentlich noch auf einen Punct aufmerk-ım machen. Wenn ich die Stützsubstanz des centralen Nervensystems als ein dichtes Zel-ınnetz beschrieben habe, so wollte ich damit nicht die gänzliche Abwesenheit einer **form-osen Zwischensubstanz** behaupten, vielmehr bin ich für mich überzeugt, dass eine olche auch bei einem gesunden Gehirne und Marke, jedoch gewiss nur in sehr geringer lenge, sich findet. **In krankhaften Fällen scheint jedoch diese Zwischensub-tanz an Menge zuzunehmen und faserig zu werden**, wie man diess am besten m *Ependyma ventriculorum* sieht, das meist sehr zellenarm und mehr weniger deutlich fase-ig ist. Aehnliches gilt vielleicht auch vom Ependymfaden des Markes und einem Theile einer Fasern, wo dieselben mehr ausgebildet sind, und mag pathologisch auch in weisser ınd grauer Substanz sich finden, worüber mir weitere Erfahrungen abgehen. Da Netze von Bindesubstanzzellen auch an andern Orten bald mit viel, bald mit wenig Zwischensubstanz ich finden, so würde das *Reticulum* des centralen Nervensystems, wenn dasselbe wirklich ich so verhält, wie ich eben andeutete, ganz mit denselben übereinstimmen. Selbst wenn m Gehirne je ächtes fibrilläres Bindegewebe auftreten sollte, so wäre diess nur im Einklange nit dem, was wir von andern Orten her wissen.

§. 109.

Muthmaasslicher Zusammenhang der Elemente des Rücken-narks. — Je weiter der verwickelte Bau des Rückenmarks des Menschen vor unsern Augen sich aufthut, um so mehr häufen sich die Schwierigkeiten, wenn es sich darum ıandelt, nachzuweisen, wie die Elemente desselben unter einander verbunden sind. Ja wie die Sachen jetzt liegen, wo noch keine der Hauptfragen nach den bindegewe-bigen und nervösen Elementen, den Beziehungen der Ganglienzellen unter einander and zu den Nervenfasern, dem cerebralen und spinalen Ursprunge der Nerven, end-gültig sich hat beantworten lassen, muss es mehr als gewagt erscheinen, für die eine oder andere Auffassung sich auszusprechen. — Mag auch für die Physiologie die Auf-hellung des Baues eines so wichtigen Theiles des Nervensystemes eine noch so grosse Bedeutung haben, so ist doch mit der Aufstellung von nicht hinreichend gesicherten Hypothesen nicht gedient und sehe ich mich aus diesem Grunde veranlasst, einen jeden bestimmten Ausspruch nach dieser Richtung zu vermeiden und für einmal mich

auf den ganz allgemein gefassten Satz zu beschränken, dass die Rückenmarksnerven wahrscheinlich z. Th. im Marke selbst und z. Th. im Gehirne entspringen, so wie, dass die Nervenzellen theils als Ursprungsstellen von Fasern, theils als Verbindungsmittel solcher und verschiedener Gegenden des Markes von Bedeutung sind.

Es gab eine Zeit, wo auch ich dem Glauben mich hingab, es lasse sich eine einigermassen auf Thatsachen begründete Hypothese über den Zusammenhang der Elemente im Marke aufstellen, je mehr jedoch meine Einsicht in die feinere Anatomie dieses Organes stieg, um so mehr bildete sich in mir die Ueberzeugung aus, dass es noch nicht an der Zeit sei, in dieser Beziehung irgendwie bestimmt vorzugehen. Dagegen halte ich es für die Pflicht eines Jeden, der in dieser Angelegenheit öffentlich auftritt, eine möglichst unbefangene aber auch ganz entschiedene Kritik zu üben und will ich daher nun noch die Fragen, die vor Allem sich aufdrängen, in Kürze besprechen.

1. Verhältniss der Zahl der Nervenfasern im obern Halstheile des Markes zu denen der peripherischen Nerven. — Es ist eine für die Lehre vom Ursprunge der Nervenfasern bedeutungsvolle Sache, zu wissen, ob der oberste Halstheil des Rückenmarkes in seiner weissen Substanz ebenso viele Nervenfasern enthält als die peripherischen Nerven zusammengenommen, oder nicht, indem im erstern Falle der cerebrale Ursprung aller spinalen Nerven wenigstens möglich ist, im letztern Falle dagegen nicht leicht angenommen werden kann. Nachdem *Volkmann* für das Letztere sich ausgesprochen hatte, wurde bekanntlich von mir, gestützt auf Messungen des Markes und der Nervenwurzeln der Satz aufgestellt, dass das Halsmark Nervenröhren genug enthalte, um die Hypothese vom cerebralen Ursprunge der Hirnnerven als nicht von vorn herein unbegründet erscheinen zu lassen. Zugleich zeigte ich auch, dass die weisse Substanz des Marks von unten nach oben zunimmt, und dass die Anschwellungen vorzüglich auf Rechnung einer Zunahme der grauen Substanz kommen. Dieser letzte Satz ist nun auch von den neuern Forschern, *Schilling*, *Stilling*, *Bratsch* und *Ranchner* im Wesentlichen zugegeben worden, nur heben dieselben noch besonders hervor, dass an den Anschwellungen die Masse der weissen Substanz grösser sei als an den nahe über ihnen gelegenen Stellen, was sich jedoch von selbst versteht, wenn man bedenkt, dass an diesen Anschwellungen die weissen Stränge durch die hindurchtretenden mächtigen Wurzeln der Arm- und Beinnerven eine vorübergehende Zunahme erleiden. Dagegen haben *Bratsch* und *Ranchner* und besonders *Stilling* im Gegensatze zu mir die Behauptung aufgestellt, dass das Halsmark viel weniger Nervenfasern enthalte als die peripherischen Nerven. *Stilling*, dessen ausführliche Untersuchungen ich hier allein berücksichtigen kann, stimmt mit Bezug auf den Flächeninhalt der weissen Substanz des Halsmarkes und der Nervenwurzeln im Wesentlichen mit mir überein, ist jedoch dadurch zu einem ganz andern Endresultate gekommen, dass er die Nervenröhren der weissen Substanz des Markes viel stärker ansetzt als ich (in allen Strängen 13—16 μ im Mittel; nach mir 4,5—6,7 in den Hinter- und Seitensträngen, 6,7 μ im Mittel in den Vordersträngen), wobei dann natürlich die Zahl derselben viel zu gering ausfällt, als dass sie alle Röhren der Spinalnerven decken könnten. Ausserdem hat *Stilling* auch noch die Zahl der Nervenröhren in gleich grossen kleinen Flächen an beiden Orten bestimmt und hierbei Resultate erhalten, die ebenfalls seinen Satz unterstützen, indem die Zahl der Röhren im Halsmarke zu derjenigen der Fasern der Wurzeln sich verhielt wie 1 : 2. Mit Bezug auf diese letztern Angaben erlaube ich mir vorläufig kein Urtheil, um so weniger, als *Stilling* nicht angegeben hat, auf wie viele Zählungen er dieselben gründet, was dagegen die Durchmesser der longitudinalen Fasern der weissen Stränge des menschlichen Markes betrifft, so haben mir auch erneuerte Messungen wesentlich dasselbe ergeben, wie die früheren, mit dem einzigen Unterschiede, dass ich nun allerdings von dem Vorkommen auch stärkerer Röhren bis zu 13—16 μ in den weissen Strängen mich überzeugt habe, während ich früher die Endgrösse nach dieser Seite auf 10,8 μ angegeben hatte. Es sind jedoch diese stärkeren Röhren gegen die feineren so zurücktretend, dass ich im Ganzen bei meinen Zahlen stehen bleiben und *Stilling's* Angaben, wornach hier überall breite Röhren von 13—16 μ im Mittel sich finden sollen, für entschieden unrichtig erklären muss, ebenso wie seine Behauptungen, dass in den hinteren Wurzeln keine ganz feinen Röhren von 2,6—4,5 μ sich finden. Ich will übrigens hier nicht weiter untersuchen, wie *Stilling* zu diesen seinen Aufstellungen gekommen ist, ob er gequollene oder anderweitig veränderte Röhren vor sich hatte (ich bemerke hier

dass *Stilling* nicht Recht hat, wenn er ganz im Allgemeinen angibt, dass Chromsäure die Nervenelemente nicht verändere, es kommt hier wie in allen solchen Fällen Alles auf die Stärke der Lösung an), und zwar besonders aus dem Grunde, weil ich dieser ganzen Untersuchungsreihe nicht mehr denselben Werth beimessen kann wie früher. Einmal nämlich bliebe, selbst wenn *Stilling* Recht hätte, dass die Spinalnerven mehr als doppelt so viel Nervenfasern enthalten als das Halsmark, für die Vertheidiger des cerebralen Ursprunges der Hirnnerven immer noch der Ausweg, dass möglicherweise die Nervenfasern im Marke sich theilen, um so mehr, da solche Theilungen von mir und *Hessling*, neulich auch von *Deiters* (p. 110) gesehen sind, und zweitens, und diess ist die Hauptsache, ist auch meiner Ueberzeugung nach nicht zu bezweifeln, dass viele Nervenfasern der Wurzeln im Marke selbst entspringen, d. h. mit Nervenzellen zusammenhängen. Vor einigen Jahren hat auch noch *Goll* die Fasern der Stränge gemessen und hierbei Endzahlen erhalten, die die *Stilling*'schen noch übertreffen, jedoch meiner Meinung nach von keinem entscheidenden Werthe sind, denn es ist klar, dass ein nach der *Goll*'schen Methode behandeltes Mark sehr ungeeignet ist, um über die natürlichen Durchmesser der Fasern Aufschlüsse zu geben.

2. Verhalten der Nervenzellen zu einander und zu den Nervenfasern. Alle neuern Forscher mit wenigen Ausnahmen sind der Ansicht, dass die Nervenzellen einmal Ursprungsstellen der Nervenröhren der Spinalnerven und der weissen Substanz des Rückenmarks sind und zweitens durch gewisse ihrer Ausläufer auch miteinander sich verbinden, ja Manche gehen so weit, sehr ausführliche Angaben über diese Verhältnisse zu machen. Frägt man welche thatsächlichen Grundlagen für diese Behauptungen vorliegen, so fällt die Antwort sehr bescheiden aus. Was einmal die Nervenursprünge von den Zellen im Rückenmarke betrifft, so kann nicht bezweifelt werden, dass solche vorkommen und werde ich am wenigsten dieselben bestreiten, da ich wohl der Erste war, der einen solchen Ursprung aus dem Marke des Frosches beschrieb und abbildete (Zeitschr. f. wiss. Zool. I. p. 144. Tab. XI. Fig. 7). Auf der andern Seite muss ich mit Bestimmtheit gegen alle die mich aussprechen, welche die Beobachtung solcher Ursprünge für leicht erklären oder gar genaue Angaben über das Verhalten der Wurzeln zu den Nervenzellen machen. Ich habe mich viel mit dem menschlichen Marke beschäftigt und eifrig nach Nervenursprüngen gesucht und doch muss ich bekennen, noch nie mit Bestimmtheit den Uebergang eines blassen Fortsatzes einer Zelle in eine dunkelrandige ächte Nervenfaser gesehen zu haben. Ebenso wenig habe ich etwas der Art bei andern gesehen und war selbst *Stilling*, der mir mit grosser Bereitwilligkeit seine schöne Sammlung zeigte, nicht im Falle, mir einen solchen Ursprung vorzuführen, wobei ich allerdings bemerken muss, dass seine besten Präparate gerade bei seinem Zeichner in Göttingen waren. Uebrigens ist auch *Stilling*, wenigstens seinen bisherigen Aeusserungen zufolge, ganz gegen die Behauptungen derer, welche den Nachweis von solchen Nervenursprüngen als etwas verhältnissmässig Leichtes ausgeben. Von den neuesten Beobachtern bekennt *Goll* offen, dass es ihm nie gelungen sei, einen Zellenfortsatz in eine dunkelrandige Faser oder in einen Axencylinder einer solchen zu verfolgen. Auch *Clarke* scheint diess nie gesehen zu haben und eine solche Verbindung nur aus dem Grunde anzunehmen, weil es ihm gelang, die Zellenfortsätze in die Wurzelbündel in den Vordersträngen und in die Seitenstränge zu verfolgen. Aus denselben Gründen allein nimmt auch *J. Dean* Ursprünge von Nervenfasern von Zellen an und sind diess auch die Thatsachen, die mich schon seit längerer Zeit veranlasst haben, Ursprünge von Nervenfasern im Marke anzunehmen. In neuester Zeit scheint nun in dieser schwierigen Angelegenheit durch die Untersuchungen von *Deiters* ein wirklicher Fortschritt geschehen zu sein. Dieser umsichtige und sorgfältige für die Wissenschaft leider viel zu früh dahingeschiedene Forscher glaubt mit Bezug auf das Verhalten der Zellen zu den Nervenfasern in den Centralorganen ein bestimmtes Gesetz aufgefunden zu haben und nimmt, wie oben §. 107 schon erwähnt wurde, doppelte Beziehungen derselben an. Einmal soll jede centrale Zelle einen einzigen Fortsatz abgeben, der einfach und ungetheilt in eine dunkelrandige Nervenfaser übergehe, indem er mit einer Markscheide sich umgebe. Diese Nervenfaser- oder Axencylinderfortsätze werden von *D.* den verästelten Zellenausläufern, die er Protoplasmafortsätze heisst, gegenübergestellt und als starr, hyalin, viel resistenter gegen Reagentien und dunkler und schärfer contourirt bezeichnet, während die letzteren aus derselben fibrillärkörnigen Substanz bestehen, wie die Zellen selbst, ferner blass, nicht scharfrandig und

zarter seien. Die Protoplasmafortsätze sind nach *D.* auch in ihren letzten Verästelungen in keiner Weise als Axencylinder beginnender Nervenfasern anzusehen, dagegen sitzen an denselben meist seitlich feinste zarte eigenthümliche Fäserchen, ähnlich feinsten wirklichen Axencylindern, an denen *D.* einen Uebergang in feine dunkelrandige Nervenfasern erkannt zu haben glaubt, so dass somit jede Nervenzelle in doppelter Weise mit Nervenfasern zusammenhängen würde.

Ungetheilte in Nervenfasern übergehende Fortsätze von multipolaren centralen Zellen hat schon im Jahr 1851 *R. Wagner* aus den elektrischen Lappen von Torpedo beschrieben (Gött. Nachr. No. 14), und lässt er in der Regel Eine, seltener zwei Nervenfasern von einer Zelle entspringen. Bestimmter hat dann *Remak* (Deutsche Klinik 1855. No. 27) für die grossen Zellen der Vorderhörner behauptet, dass jede Zelle nur mit Einem chemisch und physikalisch eigenthümlichen Fortsatze in eine motorische Wurzelfaser übergehe. Ungetheilte in Nervenfasern übergehende Fortsätze nahmen endlich auch *Clarke*, *Dean* und ich an, denn wir alle stützten unsere Behauptung von dem Ursprunge von Nervenfasern im Marke auf die an Schnitten an vielen Zellen verhältnissmässig leicht zu beobachtende Thatsache, dass dieselben je Einen ungetheilten Fortsatz theils in die Bündel der Wurzelfasern in den Vorderhörnern, theils tief in die Seitenstränge entsenden, allein wir gelangten nicht dazu, dieses Verhältniss so weit zu ergründen wie *Deiters*.

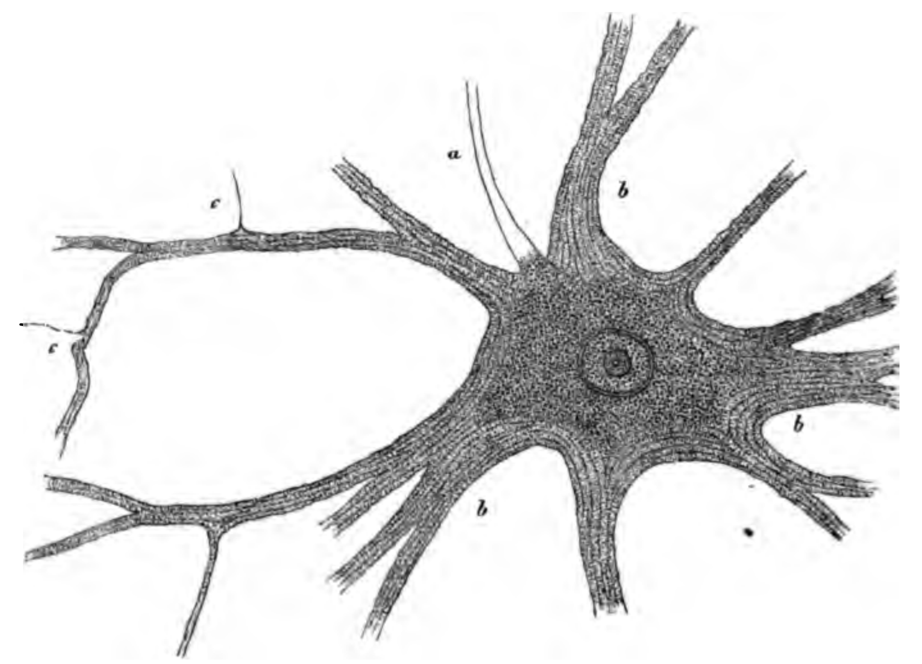


Fig. 193.

In neuester Zeit habe ich nun diese Frage wieder vorgenommen und kann ich jetzt wie *M. Schultze* (Vorrede zu *Deiters* p. XIV) und *Boddaert* (*Bullet. de l' Acad. royale de Belgique* 1865. *T.* 19 *No.* 1) *Deiters'* Angaben in Betreff des einfachen Nervenfaserfortsatzes im Wesentlichen bestätigen. Auch ich sehe an den multipolaren Zellen der Vorderhörner des Menschen, des Kalbes und Ochsen stets einen einzigen eigenthümlichen, von den andern verschiedenen Fortsatz, doch finde ich an ganz frischen in Serum, dünnem Eiweiss oder

Fig. 193. Nervenzelle aus dem frischen Marke des Kalbes (Vorderhörner) mit sehr verdünnter Chromsäure, 570mal vergr. *a.* Nervenfaserfortsatz, *b.* verästelte Fortsätze, deren viel länger dargestellte Aeste nicht wiedergegeben sind, *c.* feine seitlich abgehende Aeste derselben, die nach *Deiters* in dunkelrandige Fäserchen übergehen sollen.

sehr verdünnter Chromsäure ($^1/_{30}$ — $^1/_{20}$ Gran auf 1 Unze Wasser) untersuchten Zellen denselben nicht so auffallend, wie *D.* ihn schildert. Meinen Erfahrungen zufolge kann ich diesen Nervenfaserfortsatz nicht besser als mit einem ächten Axencylinder vergleichen, d. h. ich finde ihn gleichartig, eher steif, mit scharfen aber kaum merklich dunkleren Rändern als die verästelten Fortsätze und etwas resistenter als sie. In beistehendem Holzschnitte konnten die Eigenthümlichkeiten der beiderlei Fortsätze nicht ganz wiedergegeben werden und bemerke ich daher noch, dass ich die dunkleren Contouren, die *Deiters* an den Nervenfaserfortsätzen zeichnet, wenn sie wirklich den Objecten entsprechen sollten, auf Rechnung des Reagens setzen müsste. Uebergänge der Nervenfaserfortsätze in dunkelrandige Fasern darzustellen bin ich für einmal nicht im Stande gewesen, doch sind, wie mir scheint, angesichts der bestimmten Angaben von *R. Wagner* und *M. Schultze* über Torpedo, so wie von *Remak* und *Deiters* über die Centralorgane von Säugern und der Erfahrungen von *Clarke*, *Dean* und mir über die Lagerungsverhältnisse gewisser Zellenfortsätze in dieser Beziehung weiter keine Zweifel möglich.

So glücklich *Deiters* in dieser einen Beziehung gewesen ist, so wenig befriedigend sind seine Forschungen in Betreff der sogenannten Protoplasmafortsätze, welchen Namen auch ich wie *M. Schultze* für unzweckmässig halte, da auch die Nervenfaserfortsätze entschieden aus dem Körper der Zellen hervorgehen und an ihrem verbreiterten Ursprunge meist noch leicht körnig sind. *Deiters* ist einmal über die Bedeutung der Enden der verästelten Fortsätze jede Auskunft schuldig geblieben, und was zweitens seine Hypothese der feinen an den verästelten Fortsätzen seitlich ansitzenden Nervenfaserfortsätze betrifft, so macht alles, was er in dieser Beziehung mittheilt, den Eindruck einer noch nicht abgeschlossenen Sache. Dass solche Fädchen an den verästelten Fortsätzen sich finden ist allerdings sicher und habe ich dieselben schon vor Jahren in verschiedenen Abbildungen dargestellt (s. m. Mikr. Anat. und die Figg. 162, 173, 175 der 4. Auflage) und neuerdings wiederholt gesehen (Fig. 193 *c*), allein ich kann nicht finden, dass dieselben von den andern Ausläufern dieser Fortsätze irgendwie sich unterscheiden als durch ihre Zartheit und die aus dieser sich ergebende grössere Brüchigkeit. Dass dieselben in dunkelrandige Nervenfasern sich fortsetzen will ich nicht leugnen, allein einmal hat *D.* diess gewiss nicht mit der wünschbaren Bestimmtheit dargethan und zweitens ist auf keinen Fall nachgewiesen, dass die Enden der verästelten Fortsätze sich nicht auch so verhalten. Unter diesen Verhältnissen ist die Hypothese von *Deiters* von der verschiedenen (zweifachen) Bedeutung der Ausläufer der verästelten Fortsätze als für einmal nicht hinreichend gestützt zu bezeichnen.

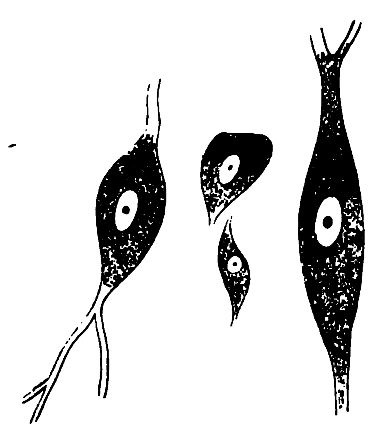


Fig. 194.

Zur Vervollständigung des Bildes von unseren Erfahrungen über die centralen Nervenzellen muss nun noch hervorgehoben werden, dass für einmal nichts weniger als bewiesen ist, dass alle Nervenzellen dem Schema von *Deiters* folgen. *Deiters* vertritt dasselbe einstweilen nur für die *Medulla spinalis* und *oblongata*, für den *Pons* und das *Cerebellum* (p. 66) und hat selbst Stellen gefunden, wo die Zellen anders sich verhalten wie am Ursprunge des *Trochlearis* (p. 91), wo unipolare, selten bipolare Zellen sich finden, deren Fortsätze nicht verästelt sind. Eine etwas eigenthümliche Stellung nehmen auch **bipolare** Zellen ein (Fig. 194), wie ich sie in meiner Mikr. Anat. abgebildet (Figg. 126, 128, 132, 133, 137, 139, 141, 142, 143). Die ausgezeichnetsten derselben in Form ganz langer schmaler Spindeln finden sich im Umkreise der Hinterhörner des Rückenmarks und hat mir eine genauere Untersuchung derselben ergeben, dass der eine Fortsatz immer ein Nervenfaserfortsatz ist, während der andere in gewohnter Weise sich verästelt. — Apolare Zellen, von welchen ich vor Jahren einzelne aus den Centralorganen abbildete, halte ich neueren Erfahrungen zufolge für verstümmelte, dagegen werden unipolare von mir ebenfalls

Fig. 194. Kleinere Zellen aus den Hörnern des Markes, 360mal vergr.

wie neulich von *Deiters* gesehene noch weiter zu verfolgen sein, bevor man ein endgültiges Urtheil über sie abgeben kann. — Endlich erwähne ich noch als sehr auffallend die multipolaren Zellen der *Retina*, von denen nach *Corti's* und meinen Erfahrungen jede in mehrfache varicöse Opticusfasern sich fortsetzt (Fig. 195 und eine Abbildung bei der *Retina*).

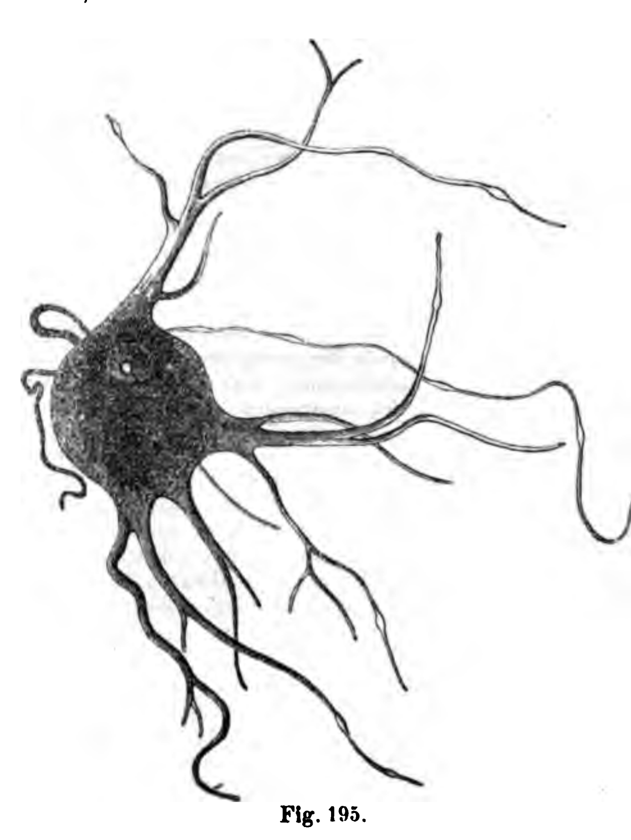


Fig. 195.

Was zweitens die Verbindungen der Nervenzellen in den Centralorganen anlangt, so sollen nach den bisherigen Angaben und Abbildungen die Nervenzellen durch kürzere und starke einfache Ausläufer zusammenhängen (s. *Lenhossek* Tab. III. Fig. 1, *R. Wagner* in *Ecker's Icon. phys.* T. XIII, *Dean*, *Lumbar enlargement* Fig 1—7) und beschreiben ausser den erwähnten Autoren besonders *Stilling* und *Schröder van der Kolk*, dann von Neueren *Voogt*, *Luys*, *Beale*, *Roudanowsky*, *Marcusen* und *Besser* solche Anastomosen. Mir hat die Untersuchung vieler vortrefflicher eigener Schnitte, dann der Präparate von *Stilling*, *Goll*, *Clarke*, *Schröder van der Kolk* und *Lenhossek*, so wie von zahlreichen einzeln dargestellten Zellen noch nichts von solchen Anastomosen gezeigt und freue ich mich anführen zu können, dass auch *Goll* und *Deiters* sich mit mir einverstanden erklärt haben. Ich kann nicht anders als den Ausspruch von *J. Dean*, dass in jedem Schnitte des Rückenmarkes von Säugern von mittlerer Güte einige Anastomosen zu sehen seien, für durchaus ungerechtfertigt halten und muss ich die Abbildungen dieser Forscher als auf Täuschungen beruhend erklären. Ganz und gar Schemata und der Natur nicht im Geringsten entsprechend sind die Abbildungen von *Lenhossek* und muss ich wie schon seit Langem betonen, dass wenn Anastomosen von Zellen in der beschriebenen Form vorkommen, dieselben nur sehr selten sein können, da es eine ausgemachte Sache ist, dass an der grossen Mehrzahl von Zellen ausser den Nervenfaserausläufern nur Fortsätze vorkommen, die bis aufs Feinste sich verästeln. Da *Stilling*, *Goll* und *Clarke* diese von mir schon im Jahre 1850 beschriebenen feinen Endverästelungen mehr weniger bestimmt bestätigt und neulich *Deiters* dieselben aufs Sorgfältigste beschrieben hat, so wird nun wohl auch die bisherige Lehre von den Zellenanastomosen, die selbst in Handbücher der Histiologie und Physiologie Aufnahme gefunden hat, der Vergessenheit übergeben werden können. — Ich bin übrigens nicht gemeint Anastomosen durch kürzere stärkere Ausläufer zu läugnen und will ich gern annehmen, dass einige der bisherigen Angaben, wie z. B. die von *R. Wagner*, von *Besser* u. A. auf ganz guten Beobachtungen

Fig. 195. Nervenzelle der *Retina* des Elephanten nach *Corti*, mit Fortsetzungen in Opticusfasern. Vergr. 400.

beruhen, bei welcher Gelegenheit ich daran erinnern will, dass ähnliche Anastomosen multipolarer Zellen schon seit Langem von *Corti* (Zeitschr. f. wiss. Zool. V. Taf. V) und mir (Geweb. 3. Aufl. Fig. 332) in der *Retina* beobachtet sind. Man beachte jedoch, dass Verbindungen solcher Art vielleicht einem guten Theile nach nichts anderes als Entwickelungsstadien von Zellen sind, da sich theilende Nervenzellen mit kurzen Anastomosen von *Remak*, *Valentin*, *Schaffner* und mir in den Ganglien junger Thiere gesehen sind und fasst auch *Beale* das was er Anastomosen nennt in dieser Weise auf. — Ausser diesen Verbindungen von Nervenzellen finden sich vielleicht regelmässig solche der feinsten Ausläufer ihrer Aeste, doch liegen in dieser Beziehung annoch keinerlei Thatsachen vor und kann daher eine solche Annahme vorläufig auf nicht mehr als auf den Namen einer allerdings vom Standpuncte der Physiologie zusagenden Hypothese Anspruch machen.

3. Verhalten der Nervenröhren des Markes. In dieser Beziehung steht fest: a) dass die weissen Stränge allerwärts viele Fasern an die graue Substanz abgeben, welche theils unmittelbar, theils wie bei den Vordersträngen nach vorläufiger Kreuzung in derselben sich verlieren, b) dass viele Fasern der Wurzeln verfeinert in der grauen Substanz dem Blicke sich entziehen. Unter diesen letzten Fasern sind besonders bemerkenswerth 1) Fasern der hintern Wurzeln in die grauen Vorderhörner, die scheinbar mit den vordern Wurzeln zusammenhängen (*Stilling*, *Clarke*, ich); 2) Fasern der beiderlei Wurzeln, die durch die Commissuren auf die andere Seite treten; 3) Fasern der hintern Wurzeln, die in die *Stilling*'schen Dorsalkerne treten und Fasern, die von diesen aus gegen die Seitenstränge verlaufen. Streitig ist, ob irgend welche Wurzelfasern unmittelbar aus der grauen Substanz in die weissen Stränge und zur *Medulla oblongata* emporsteigen. Ich für mich glaubte früher ein solches Verhalten annehmen zu dürfen und muss ich auch jetzt besonders auf Folgendes aufmerksam machen. Es kann nicht bezweifelt werden, dass die Vorderstränge Fasern an die *Commissura anterior* abgeben, welche sich kreuzen, ebenso wenig, dass ein Theil der vordern Wurzeln in die *Commissura anterior* eingeht. Ich glaube nun in gewissen Fällen einen unmittelbaren Zusammenhang der beiderlei Fasern gesehen zu haben. Ebenso habe ich Fasern der vordern Wurzeln durch die graue Substanz unmittelbar in die Seitenstränge und solche der hintern Wurzeln, nachdem sie die *Subst. gelatinosa* durchsetzt hatten, im Anschlusse an die Hinterstränge und Seitenstränge beobachtet. Ich will jedoch zugeben, dass alle diese Beobachtungen noch nicht ganz beweisend sind, da es in keinem Falle möglich war, die Fasern auf längere Strecken zu verfolgen und den Nachweis zu liefern, dass dieselben nicht später wieder aus den weissen Strängen in die graue Substanz abtreten. Ich will daher auch für einmal nicht weiter gegen *Stilling* streiten, der ein unmittelbares Aufsteigen der Wurzelfasern nach oben gänzlich läugnet, wenn derselbe zugibt, dass er ebenso wenig im Stande ist das Nichtvorkommen desselben bestimmt zu beweisen.

Was den von *Stilling* und neulich auch von *J. Dean* behaupteten Zusammenhang hinterer und vorderer Wurzelfasern anlangt, den der Erstere so deutet, dass diese Fasern in den Spinalganglien entspringen und aus diesen durch die hintern Wurzeln in die vordern übergehen, so scheint mir derselbe nicht mit einer solchen Bestimmtheit nachgewiesen, wie sie bei einer so einschneidenden Thatsache verlangt werden muss. Ausserdem mache ich darauf aufmerksam, dass bei den Spinalganglien der Säuger keine central verlaufenden Faserursprünge von Zellen bekannt sind und dass die austretenden Nerven derselben regelmässig stärker sind als die eintretenden, was entschieden gegen *Stilling* spricht, sowie dass *Clarke* bei einem Theile solcher Fasern Umbeugungen nach rückwärts und einen Anschluss an die Vorderstränge beobachtet hat (S. s. zweite Abhandl. Tab. XXIII).

Versucht man gestützt auf die bisher ermittelten Thatsachen sich ein Bild über den Faserverlauf im Marke zu machen, so fällt dasselbe sehr unvollkommen aus und muss es auch sehr gewagt erscheinen, dasselbe durch Hypothesen zu vervollständigen. Ich habe in dieser Beziehung schon früher zur Vorsicht gemahnt und in ähnlicher Weise hat sich auch der Forscher geäussert, der in neuester Zeit die feinsten Structurverhältnisse des Markes am umsichtigsten bearbeitet hat (*Deiters* p. 113—116. 132—148). Indem ich alle die, welche die hier obwaltenden Schwierigkeiten sich genauer zu vergegenwärtigen wünschen, auf die erwähnte Arbeit verweise, beschränke ich mich hier auf folgende Bemerkungen.

a) Die Nervenfaserfortsätze der Zellen gehen theils in sensible und motorische Wurzelfasern über, theils setzen sich dieselben in die Fasern der longitudinalen Stränge fort. — Der letzte Satz wird von *Deiters* bezweifelt, ich habe jedoch bestimmt einfache Zellenfortsätze weit in die Seitenstränge hinein verfolgt, die ich in keiner andern Weise deuten kann.

b) Ein Theil der Fasern der Stränge des Markes scheint unmittelbar in die Wurzelfasern überzugehen, ein anderer Theil steht nur durch Vermittlung der Nervenzellen mit denselben in Verbindung. Für einen Uebergang der verästelten Zellenausläufer in Wurzelfasern sprechen bis anhin keine Thatsachen.

c) Die verästelten Zellenausläufer stehen auf keinen Fall alle mit den Fasern der Stränge in einfacher Verbindung, in der Art dass je Ein Endästchen eines Ausläufers in eine einzige dunkelrandige Faser eines Stranges überginge, indem die Zahl der Endäste der Zellenausläufer die der Fasern der Stränge bei weitem übertrifft. Dagegen wäre es möglich, dass einzelne solcher Ausläufer in Fasern der Stränge sich fortsetzten, oder dass immer viele Zellenausläufer von einer oder mehreren Zellen zu einer einzigen Strangfaser (d. h. dem Axencylinder einer solchen) sich vereinigten. Zu Gunsten der letzteren Möglichkeit könnten die freilich nur in seltenen Fällen geschehenen Theilungen von Axencylindern und Nervenröhren des Markes verwerthet werden.

d) Ein Zusammenhang der verästelten Zellenausläufer verschiedener Zellen untereinander wird zwar durch keine Thatsache bewiesen, ist jedoch in hohem Grade wahrscheinlich, und bietet wie mir scheint eine solche Annahme die einfachste Lösung des Räthsels dieser ungemein zahlreichen Ausläufer und zugleich die beste Erklärung der grossen Leitungsfähigkeit der grauen Substanz und der Reflexe. Die Verbindungen der Zellen könnten theils durch die blassen Ausläufer selbst, theils durch dunkelrandige Röhren als Mittelglieder sich machen (in der *Retina* sah *Corti* Zellen durch varicöse, Opticusfasern ähnliche Ausläufer zusammenhängen), in welch letzterem Falle auch die grosse Zahl feiner Röhren in der grauen Substanz eine Erklärung fände.

e) Uebergänge von Nervenfasern und Zellenausläufern von einer auf die andere Hälfte finden sich im Marke in beiden Commissuren in ausgedehnter Weise, doch ist das Verhalten der sich kreuzenden Fasern nirgends genauer betont.

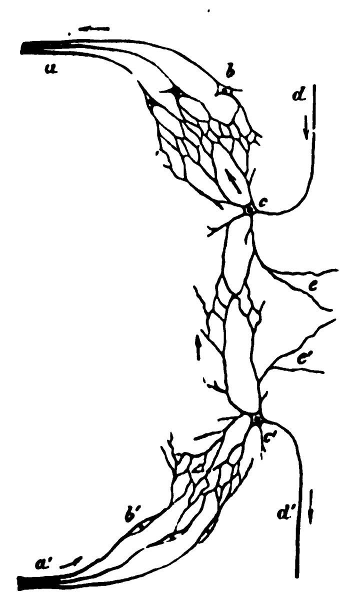


Fig. 196.

Die einfachste Hypothese, die gestützt auf das hier Erwähnte über den Faserverlauf im Mark sich aufstellen lässt, ist folgende:

1. Die Fasern der motorischen und sensiblen Wurzeln haben ihre Ursprünge (Endigungen) theils im Marke theils im Gehirn mit Inbegriff der *Medulla oblongata*.
2. Die im Mark entspringenden Wurzelfasern stammen von den Nervenfaserfortsätzen der Zellen und gibt es besondere motorische und sensible Zellen.
3. In jeder Rückenmarkshälfte stehen alle Zellen einer Art durch ihre verästelten Ausläufer, in dem dieselben wahrscheinlich ein Netz bilden, untereinander in Verbindung, bilden jedoch eine gewisse Zahl Abtheilungen (Kerne), die auf jeden Fall der Menge der Wurzeln entsprechen, wahrscheinlich aber noch zahlreicher sind.
4. In derselben Weise hängen auch die sensiblen und motorischen Zellen und die Zellen der rechten und linken Rückenmarkshälfte durch Anastomosen zusammen.

Fig. 196. Schema der Beziehungen der Zellen und Nervenfasern im Rückenmarke. *a*. Motorische Wurzelfasern, *b*. motorische Zellen der Vorderhörner, *c*. motorische Leitungszellen, *d*. motorische Leitungsfasern, *e*. zur Verbindung mit der andern Markhälfte dienende Fortsätze. Alle Zellen hängen durch Netze ihrer verästelten Ausläufer zusammen. Mit *a'*—*e'* sind die entsprechenden sensiblen Theile bezeichnet.

5. Die Richtigkeit der Annahme solcher Anastomosen vorausgesetzt erscheint es ebenso leicht möglich, dass dieselben durch die unveränderten verästelten Zellenausläufer sich machen oder dass diese z. Th. oder überall vorher die Natur dunkelrandiger Fasern annehmen.
6. Die Zellen, die als Quellen und Enden der Wurzelfasern sich ergeben, stehen durch besondere Leitungsfasern mit dem Gehirn in Verbindung, die wahrscheinlich alle in den weissen Strängen verlaufen.
7. Da die Zahl dieser Leitungsfasern geringer zu sein scheint als die der Wurzelfasern, so entspricht wahrscheinlich Eine Leitungsfaser immer einer Gruppe von Nervenzellen und Wurzelfasern.
8. Die Leitungsfasern sind allem Anscheine nach ebenfalls wie die Wurzelfasern Fortsetzungen von Nervenfaserfortsätzen der Zellen. Ist dem so, so müssen, da keine Zelle zwei Nervenfaserfortsätze abgibt, besondere Zellen für die Leitungsfasern angenommen werden, von welchen Leitungszellen denn vor Allem das gelten würde, was unter No. 4 von den Anastomosen von vorn nach hinten und von rechts nach links bemerkt wurde. Ausserdem könnten auch noch manche Zellen vorkommen, die einfach als Bindeglieder dienen und weder mit Wurzelfasern noch mit Leitungsfasern unmittelbar zusammenhängen.

Da die Physiologie und Pathologie ein so grosses Interesse an der Aufhellung des Baues des Rückenmarkes hat, so erlaube ich mir noch, durch nebenstehendes Schema (Fig. 196) die gegebene Hypothese zu veranschaulichen, in welchem jedoch die von Zellen nicht unterbrochenen Fasern nicht dargestellt sind.

Es ist hier der Ort noch etwas ausführlicher von den unter *Bidder's* Leitung angestellten Dorpater Untersuchungen über das Mark der Fische und des Frosches zu reden, weil dieselben einen grossen Einfluss auf die Ansichten der neuesten Forscher geübt haben. Nach diesen Autoren ist hier das Mark nach einem sehr einfachen Gesetze gebaut. Die graue Substanz enthält nichts als Bindegewebe und die bekannten grossen Ganglienzellen. Jede von diesen hat vier Fortsätze, von denen zwei in Röhren der vordern und hintern Wurzeln sich fortsetzen, einer zur Anastomosenbildung zwischen je zwei Zellen dient und der vierte die Zellen mit dem Hirn in Verbindung setzt und in die weissen Stränge übergehend zu einer dunkelrandigen Faser dieser wird. Diese bestechend einfache, zugleich aber auch wegen der Annahme von einerlei Leitungsfasern für Bewegung und Empfindung zum Gehirn höchst auffallende Darstellung ist, wie *Stilling* und ich gezeigt haben, ganz mangelhaft und verfehlt, denn 1) haben die Urheber derselben ganz übersehen, dass die graue Substanz ausser den grossen Nervenzellen auch, und zwar beim Frosche, sehr viele dunkelrandige ächte Nervenröhren enthält; 2) ist es, ich möchte sagen sicher, dass die graue Substanz, wenigstens beim Frosche, ausser den grossen eine Unzahl kleiner multipolarer Zellen führt; 3) fehlen nach *Stilling's* Erfahrungen die Commissuren der grossen Nervenzellen beider Seiten, wogegen nach *Stilling's* und meinen Beobachtungen bei Fischen und Fröschen ächte vordere und hintere Commissuren dunkelrandiger Nervenröhren sich finden und 4) endlich besitzen, wenigstens beim Frosche, auch die grossen Nervenzellen nicht bloss einfache, unmittelbar in Nervenröhren übergehende Fortsätze, vielmehr finden sich hier, wie in neuester Zeit besonders auch *Gerlach's* zierliche gefärbte Präparate jedem deutlich gemacht haben werden, die nämlichen Verästelungen derselben bis ins Feinste, die oben von den Säugern erwähnt wurden. — Bei so bewandten Umständen wird die Hypothese von *Bidder* und seinen Schülern über den Faserverlauf im Marke der niedern Wirbelthiere ganz unhaltbar und fallen um so mehr auch alle Verallgemeinerungen derselben in Nichts zusammen, ein Ausspruch, der nun auch in den neuen von *Mauthner* und von *Reissner* und seinen Schülern *Traugott* und *Stieda* unternommenen Untersuchungen seine Bekräftigung findet.

Zum Schlusse seien noch einige ganz besondere Verhältnisse erwähnt. *Jacubowitsch* theilt die Nervenzellen im Mark in 3 Gruppen, motorische, sensible und sympathische. Die Bemerkung, dass die grossen Zellen im centralen Nervensysteme mit den motorischen Nerven, die kleineren mit den sensitiven und den psychischen Vorgängen zusammenhängen, ist nicht neu (Siehe m. mikr. Anat. II. S. 542), dagegen hat noch Niemand es gewagt von sympathischen Zellen zu reden. Da *Jacubowitsch* für seine Aufstellung solcher keinerlei Beweise beibringt, so verweise ich einfach auf seine Abhandlung. — Von fast allen neuern Forschern (bes. von *Stilling*, *Clarke*, mir, *Schilling* u. A.) werden Nervenfasern erwähnt, die wagerecht aus der grauen Substanz in die weissen Stränge

eintreten. *Stilling* hat dieselben früher als besondere graue Fasern gedeutet, nachdem aber von mir (Mikr. Anat. p. 427) und *Clarke* (Zweite Abth. p. 350) nachgewiesen worden war, dass diese Fasern in die Längsrichtung umbiegen und an die Elemente der weissen Stränge sich anschliessen, dieser unserer Auffassung sich angeschlossen. Nun beschreibt *Lenhossek* wieder ein besonderes System radiärer Fasern, welche allerwärts in bedeutender Zahl aus der grauen Substanz austretend die weissen Stränge schief aufsteigend durchsetzen und dann in der *Pia mater* sich ausbreiten, wo sie die *Purkyně*'schen Plexus bilden. Dass feine Nervenfädchen direct aus dem centralen Nervensysteme an die *Pia mater* gehen. hat schon vor langer Zeit *Bochdalek* für die *Medulla oblongata* angegeben, ebenso sind aber auch von *Remak* und mir die hintern Wurzeln als die Hauptquellen der Nerven der *Pia mater* aufgefunden worden. Da nun auch die Beschreibung der histiologischen Elemente der radiären Fasern durch *Lenhossek* nichts weniger als Zutrauen erweckt, so wird es wohl erlaubt sein, dieselben so lange als Bindesubstanzzüge zu betrachten, als nicht bestimmtere Angaben vorliegen. Dagegen ist wohl die nervöse Natur der von *Rüdinger* (Verbr. d. Symp. in der animalen Röhre 1863. St. 78) und *Frommann* (Anat. d. Rückenm. 1864. St. 75) beschriebenen queren Fasern, die aus dem Nervengeflechte der *Pia* in das Mark treten, kaum zu bezweifeln. Ich deute dieselben als Gefässnerven, wie sie auch im Gehirn vorkommen (s. unten).

§. 110.

Medulla oblongata. Indem hier die *Medulla oblongata* in gewohnter Weise vom Beginne der Pyramidenkreuzung bis zum *Pons* gerechnet wird, soll keineswegs behauptet werden, dass im *Pons* mit einem Male ein ganz durchgreifender Wechsel der Verhältnisse beginne, vielmehr ist sicher, dass auch hier graue und weisse Substanz sich findet, die entschieden dem Typus der *Medulla oblongata* folgt, nichts destoweniger erscheint eine Trennung gerechtfertigt, indem die Querfasern der Brücke mit der in derselben gelegenen grauen Substanz doch eine wesentliche Aenderung im Baue dieser Theile bewirken.

Die *Medulla oblongata* ist zwar die unmittelbare Fortsetzung der *Medulla spinalis* und anfänglich scheinbar wenig erheblich von den obersten Theilen dieser verschieden, immerhin zeichnet sich dieselbe auch für die oberflächliche Beobachtung dadurch aus: 1) dass in ihr graue Substanz sich findet, die auf keinen Fall in einer unmittelbaren Beziehung zu den austretenden Nerven steht, wie in den Oliven, Nebenoliven, den Pyramidenkernen u. s. w. 2) dass massenhafte horizontal und schief aufsteigende Fasersysteme in ihr vorkommen, welche einem guten Theile nach sich kreuzen, und 3) dass Beziehungen zu anderen Hirntheilen vor allem dem kleinen Gehirne durch besondere Faserabtheilungen sich finden. Die feinere Untersuchung ergibt, dass wahrscheinlich noch andere Unterschiede vorkommen, vor Allem der, dass viele Fasern der Rückenmarksstränge in ihren grauen Massen ihr Ende erreichen, von welchen dann neue Systeme leitender Fasern zu höheren Theilen sich begeben.

Behufs einer klaren Darstellung der verwickelten Verhältnisse der *Medulla oblongata* ist es das Zweckmässigste, zuerst einfach die Vertheilung und das Verhalten der grauen und weissen Substanz in derselben zu schildern und dann erst die wahrscheinlichen Beziehungen beider zu einander zu besprechen.

§. 111.

Vertheilung der grauen und weissen Substanz in der *Medulla oblongata.* Die Beziehungen beider Nervensubstanzen sind in verschiedenen Höhen der *Medulla oblongata* so sehr verschieden, dass es das Beste ist, dieselbe in 3 Unterabschnitte zu theilen, von denen der erste die Pyramidenkreuzung umfasst, der zweite von dieser bis zum *Calamus scriptorius*, oder der Gegend, wo der Centralcanal sich öffnet, reicht und der dritte den obersten Theil bis zum *Pons* in sich schliesst, der die Hauptmasse der Olive enthält.

1. Gegend der Pyramidenkreuzung.

Die Eigenthümlichkeiten dieser Gegend werden am besten durch einen Querschnitt, wie ihn die Fig. 197 darstellt, deutlich gemacht. In der motorischen vorderen Hälfte des Markes spielt die Pyramidenkreuzung *b* die Hauptrolle. Die gekreuzten Bündel *p* nehmen zu beiden Seiten der wenig tiefen vorderen Längsspalte die Stelle der früheren Vorderstränge ein, mit denen die sich kreuzenden Fasern grösstentheils innig sich vermischen, und kommen hier meist in Längsansichten und nur gegen die Oberfläche und seitlich auch mit Querschnitten zum Vorschein, von denen jedoch ein Theil den früheren Vordersträngen angehört. Vom Grunde der vorderen Spalte reichen die in dem dargestellten Schnitte mit vielen kleinen Abschnitten sich kreuzenden Fasern, deren Durchmesser überall ein geringerer ist, als derjenige der Mehrzahl der früheren Fasern der Vorderstränge, in dichten Massen bis zur Gegend des Centralcanals *d*, der in diesem Falle obliterirt war, und verlieren sich dann in der grauen Substanz hinter und neben dem Centralcanale. Bei stärkeren Vergrösserungen lassen sich dieselben jedoch leicht bis zu den Hintersträngen und den Seitensträngen verfolgen und ist der Nachweis zu liefern, dass sie aus dem Innern dieser Stränge her-

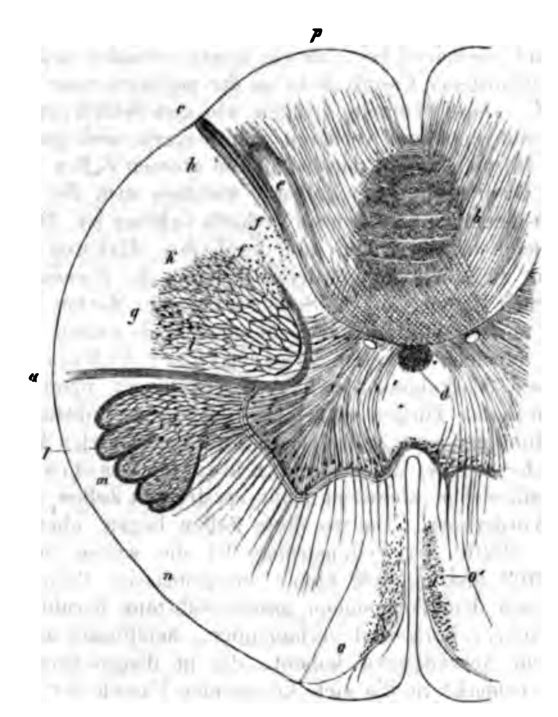


Fig. 197.

Fig. 197. Querschnitt durch den unteren Theil der Pyramidenkreuzung des Menschen. Vergr. 8. *a. Accessorius Willisii*, *b.* Kreuzung der Pyramiden, *c.* vordere Wurzeln des *Cervicalis I*, *d.* Centralcanal obliterirt, *e.* Theil der Vorderstränge des Markes, der nur wenige Pyramidenfasern enthält, *f.* Zellenkern im Vorderhorn für den *Cervicalis, I, f'*. Kern des *Accessorius* in demselben Vorderhorn, *g.* hinterer lateraler Theil des Seitenstranges mit stärkeren longitudinalen Nervenfasern, *h.* vorderer lateraler Theil desselben Stranges mit vielen feinen Fasern und wenigen stärkeren Röhren, *i.* Kern des Seitenstranges mit grösseren Zellen, *k*, kleinere Nervenzellen mehr zerstreut. Einwärts von *k* und *i* ist der mediale Theil des Seitenstranges von vielen Horizontalfasern durchzogen (*Formatio reticularis*), die in die Pyramiden übergehen; *l. Caput cornus posterioris*; *m.* longitudinale feinere Fasern nach aussen davon (*Fasciculus lateralis*); *n. Fasciculus cuneatus* mit vielen horizontalen Faserzügen zur Pyramidenkreuzung und ohne Zellen; *o. Fasciculus gracilis* mit einem besonderen grauen Kerne (*Postpyramidal nucleus* C l a r k e). In der grauen Substanz sieht man die Pyramidenfasern aus dem hinteren und dem Seitenstrange zur Decussationsstelle verlaufen, ausserdem im hinteren Theile (*Cervix cornus poterioris*) eine zusammenhängende Lage von Nervenzellen an den Grenzen der Stränge, woselbst auch bogenförmige Fasern vorkommen. Vorn zwei Venen zu beiden Seiten des Centralcanales.

auskommen. Die Vorderstränge, deren medial von den motorischen Wurzeln gelegener Theil schon dicht unter der Pyramidenkreuzung auf ein geringeres Mass zurückgegangen ist, verschwinden in der Gegend der Pyramidenkreuzung z. Th. als besondere Gebilde, indem sie mit den Kreuzungsfasern sich mischen, z. Th. werden sie — und diess gilt besonders von dem hinteren durch feinere Elemente sich auszeichnenden Theile derselben — durch die Pyramidenfasern auf die Seite und nach hinten geschoben und erscheinen bei *e* als ein langer schmaler nicht scharf begrenzter Streifen quer durchschnittener Fasern dicht an der medialen Seite der letzten Wurzeln *c* des *Cervicalis I*. Diese Wurzeln dringen wie gewöhnlich nur mehr seitlich gelagert auf die graue Substanz und verlieren sich in einem noch ganz deutlichen aber schmalen vorderen Horne *f f'* mit den bekannten grossen Zellen *f*. Von einer mehr seitlich gelegenen Gruppe ähnlicher Zellen *f'* kommen auch die unteren Wurzeln des *Accessorius a*, von denen Eine im ganzen Verlaufe sichtbar ist, die erst rückwärts ziehen und dann quer nach aussen treten und durch ihre stärkeren Nervenröhren sich auszeichnen. In dem zwischen den vorderen Wurzeln des *Cervicalis I* und den *Accessorius*wurzeln gelegenen Raume sind die Seitenstränge des Markes zu suchen, doch sind diese Theile (*g h*) nun wesentlich anders beschaffen als früher. Die Hauptverschiedenheiten beruhen auf dem Auftreten neuer grauer Substanz im Innern dieser Stränge und auf dem Vorkommen zahlreicher quer verlaufender Nervenfasern in den medialen Theilen derselben. Die graue Substanz erscheint einmal als eine Ansammlung grösserer Zellen (*i*) im hinteren medialen Theile des Seitenstranges dicht vor dem *Accessorius*, die ich Kern der Seitenstränge nennen will, und zweitens mit zahlreichen kleineren mehr zerstreuten Zellen (*k*) weiter nach vorn nach aussen vom Vorderhorn. Da wo diese Zellen liegen, aber auch sonst in der ganzen medialen Hälfte der Seitenstränge ist die weisse Substanz derselben eigenthümlich zerklüftet und in viele kleine unregelmässige Bündel zerfallen, welches Verhalten theils auf dem Vorkommen grauer Substanz beruht, vor Allem aber auf Rechnung zahlreicher, horizontal verlaufender, netzförmig zusammenhängender kleiner Bündel von Nervenfasern. kommt, die in diesen Strängen sich entwickeln und wie schon bemerkt in die sich kreuzenden Fasern der Pyramiden übergehen. — Während so die mediale Hälfte des genannten Stranges oder der sogenannte »*Tractus intermedio-lateralis*« von Clarke eine zierliche netzförmige Bildung, die sog. »*Formatio reticularis*« von Deiters darstellt, besteht der laterale Theil derselben einfach aus longitudinalen Nervenfasern, deren Durchmesser z. Th. noch ebenso sich verhalten, wie an den entsprechenden Theilen des Markes, z. Th. anders beschaffen sind. Auffallend ist vor Allem die geringe Zahl stärkerer Nervenröhren in den seitlich von den vorderen Wurzeln des *Cervicalis I* gelegenen Theilen, sodass dieselben nur ganz vereinzelt zwischen Unmassen feiner Fasern sich finden. Nur feinere Nervenröhren zeigen auch die longitudinalen und queren Züge der *Formatio reticularis*, während die hintere Hälfte der lateralen Theile des Seitenstranges ebenso beschaffen ist, wie in der *Medulla spinalis* und vorwiegend stärkere Nervenfasern wie dort führt.

Die hintere Hälfte des Anfanges der *Medulla oblongata* zeigt als auffallendste Erscheinung eine ganz seitliche Stellung des früher hintersten Theiles der Hinterhörner oder des Theiles, den Clarke »*Caput cornus posterioris*« genannt hat. Diese graue Masse *l* bildet einen verhältnissmässig sehr grossen rundlichen oder rundlich birnförmigen, stellenweise wie gelappten helleren Körper, der, in dem nun ebenfalls deutlich werdenden sog. *Fasciculus lateralis* gelegen, der Oberfläche sehr nahe kommt und Rolando zur Aufstellung seines *Tuberculum cinereum* Veranlassung gegeben hat. Dieser Kopf des Hinterhorns zeigt eine gewisse Zahl grösserer und kleinerer Nervenzellen und viel Bindesubstanz, die ihm dasselbe Ansehen wie der früheren *Substantia gelatinosa* gibt, als deren Fortsetzung er jedoch nicht allein zu betrachten ist, ferner zahlreiche longitudinale und quere Nervenfasern der feineren und feinsten Art. Die ersteren finden sich theils in der Mitte dieser grauen Masse, theils

an ihrer inneren Seite, die ohne scharfe Grenze in die *Formatio reticularis* übergeht, während die queren Elemente als stärkere Streifen im Innern und als äussere Begrenzungen sowohl am vorderen als am hinteren Rande derselben sich finden. Von diesen Elementen gehören die letzten z. Th. noch den obersten sensiblen Wurzeln des *Cervicalis I* an, im Allgemeinen scheinen dieselben jedoch zumeist den horizontalen Fasern zugerechnet werden zu müssen, aus denen die Pyramiden sich entwickeln, wenigstens gehen aus der medialen Seite des *Caput cornus posterioris* entschieden solche Elemente hervor. Zusammenhängende longitudinalfaserige weisse Substanz findet sich in dieser Gegend im *Fasciculus lateralis* nirgends als an der lateralen Seite des Kopfes des Hinterhornes in Gestalt einer schmalen gleich breiten aus feinen Nervenfasern bestehenden Zone *m*.

Der übrige Theil der grauen Substanz eines jeden Hinterhornes (der *Cervix cornus posterioris Clarke*) sammt der ganzen Commissur nimmt im Anfange der *Medulla oblongata* eine besondere Form und Entwicklung an, wie aus der Fig. 197 ohne weitere Beschreibung ersichtlich ist. In dieser grauen Substanz finden sich längs der Hinterstränge zahlreiche mittelgrosse Nervenzellen und ausserdem auch sonst da und dort einzelne grössere und kleinere solche Elemente. Der Rest wird von reichlicher Bindesubstanz und zahlreichen horizontalen Fasern gebildet, die in verschiedenen Bogenkrümmungen den Pyramidenfasern sich zugesellen und dieselben verstärken. Alle diese Fasern stammen aus den Hintersträngen derselben Seite, in welche sie mehr weniger tief, z. Th. bis nahe an die äussere Oberfläche zu verfolgen sind. Es verdienen übrigens diese Stränge kaum mehr den Namen, den sie im Marke führen, denn sie sind jetzt in zwei Abtheilungen, den *Fasciculus gracilis* (*o*) und *cuneatus* (*n*), geschieden, von denen der erste eine unmittelbare Fortsetzung des *Goll*'schen Keilstranges ist und enthalten besondere graue Substanz, die nicht auf die Hinterhörner des Markes sich zurückführen lässt. Diese graue Substanz, die aus kleinen und mittelgrossen Zellen besteht, tritt zuerst im zarten Strange auf (*o'*) und soll Kern des zarten Stranges heissen (*postpyramidal nucleus, Clarke*); erst später erscheint der Kern des *Fasc. cuneatus* (Fig. 198), den *Clarke* »*restiform nucleus*« heisst. — Die weisse Substanz der *Fasc. cuneati* und *graciles* bildet an der Oberfläche derselben eine zusammenhängende Lage, in der keine dickeren Fasern mehr vorkommen, wie sie im Marke auch im Hinterstrange nicht fehlen und ausserdem finden sich auch longitudinale Fasern in Menge zwischen den horizontalen Fasern beider Stränge, ohne dass eine besondere netzförmige Anordnung hier vorhanden wäre, indem die horizontalen Fasern mehr einfach radienartig verlaufen. Es sind übrigens diese horizontalen Fasern an Stellen wie in Fig. 197 dargestellte in beiden Strängen etwas verschieden. Die aus dem *Fasc. gracilis* kommenden sind von verschiedenem Durchmesser. Die feineren stimmen in der Breite mit den longitudinalen Elementen dieses Stranges, die gröberen dagegen mit den stärkeren Ausläufern der in diesem Strange enthaltenen Zellen, mit denen sie bestimmt in Verbindung stehen. Im *Fasciculus cuneatus* sind, so lange derselbe keine Zellen führt, alle horizontalen in die Pyramidenkreuzung übergehenden Fasern von demselben geringeren Durchmesser, wie die longitudinalen Fasern der Stränge selbst.

Dem Gesagten zufolge bestehen die wesentlichsten Eigenthümlichkeiten des ersten Abschnittes der *Medulla oblongata*, deren allmähliche Hervorbildung aus den Verhältnissen der *Medulla spinalis* aus den Abbildungen von *Stilling* und *Clarke* ersehen werden kann 1) in dem Auftreten der Pyramidenkreuzung, deren Fasern mit z. Th. netzförmig verbundenen Wurzeln, die die longitudinalen Fasern in kleine Bündel zerfällen (*Formatio reticularis*), von den Seitensträngen und Hintersträngen und z. Th. auch vom *Caput cornus posterioris* abstammen, 2) in dem Erscheinen neuer Ansammlungen grauer Substanz, die nicht auf die der *Med. spinalis* zurückzuführen sind und zwar der Kerne der Seitenstränge, der *Fasciculi graciles* und *cuneati*; 3) in der Abnahme der stärkeren longitudinalen Röhren der meisten Stränge, an deren Stelle

feinere Fasern treten; 4) in dem Zerfallen der hinteren grauen Substanz in zwei Abschnitte, von denen der eine eine eigenthümliche Lage annimmt.

2. Der zweite Theil der *Medulla oblongata* von der vollendeten Kreuzung der Pyramiden bis zum Auftreten der Rautengrube zeigt trotz seiner Kürze zwei Abschnitte, je nachdem derselbe den Anfang der Oliven enthält oder nicht. Von der ersteren Stelle findet sich bei *Stilling* (*Med. obl.* Taf. IV. Fig. 2) eine im Ganzen brauchbare Abbildung, ebenso in kleinem Maassstabe bei *Reichert* (Bau des menschl. Gehirns 2. Abth. Taf. I. Figg. 8—9), die letztere ist in der Figur 198 dargestellt und will ich zunächst an diese anknüpfen. Die frühere grössere Masse zusammenhängender grauer Substanz im Innern hat sich auf einen kleinen rundlicheckigen Kern um den jetzt seitlich zusammengedrückten Centralcanal zusammengezogen und nehmen beide diese Theile die hintere Hälfte des Markes ein. Vor dem Centralcanale liegen zwei Haufen grosser multipolarer Nervenzellen, in die der *Hypoglossus* (*XII*) eintritt (*Hypoglossus*kerne *Stilling*), die offenbar den motorischen Zellen der Vorderhörner des Markes entsprechen und die Fortsetzung derselben sind; ebenso befinden sich hinter dem Canale zwei ähnliche Haufen etwas kleinerer Zellen (*Accessorius*kerne *St.*), zu denen die oberen *Accessorius*wurzeln (XI) in fast geradem Verlaufe hingehen, Zellen, die den Zellen der hinteren grauen Substanz des ersten Abschnittes der *Medulla oblongata* zu entsprechen scheinen. Von den übrigen Theilen erwähne ich zuerst die graue Substanz. Wie schon früher finden sich auch jetzt Zellenansammlungen im *Fasciculus gracilis*, wo dieselben weniger auffallen, im *Fasc. cuneatus*, allwo sie mehrere dichte Haufen bilden, und im *Fasc. lateralis*, der immer noch das *Caput cornus posterioris* zeigt. Ebenso fehlt der frühere Kern der Seitenstränge (*g*) vor dem *Accessorius* nicht, nur zeigt derselbe jetzt eine viel grössere Zahl von Zellen und eine mehr oberflächliche Lage. Neue graue Massen sind die Oliven, von denen später besonders die Rede sein soll, der vordere Pyramidenkern (*p'*), der grosse Pyramidenkern (*p''*) und die kleinen Pyramidenkerne (*qq*) alle mit kleineren Zellen. Ausserdem finden sich noch zerstreut grössere und kleinere Zellen in dem Raume zwischen den Pyramiden, Oliven, der grauen Substanz und den hinteren Strängen, von denen nicht zu sagen ist, ob sie auf frühere Zellen der *Medulla spinalis* zurückzuführen sind oder nicht.

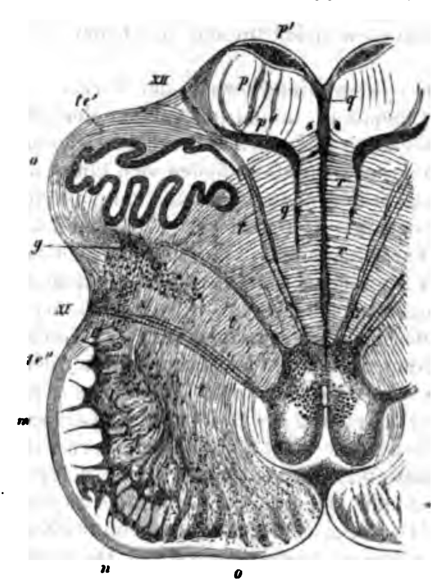


Fig. 198.

Sehr eigenthümlich sind die Verhältnisse der weissen Substanz dieses Abschnittes.

Fig. 198. Querschnitt der mittleren Gegend der *Medulla oblongata* zwischen der Pyramidenkreuzung und dem *Calamus scriptorius*, von einem 7 Jahre alten Kinde, Vergr. 7½.

p Pyramiden mit horizontalen Faserbündeln, *p'* vorderer Pyramidenkern, *p''* grosser Pyramidenkern, *qq* kleine Pyramidenkerne, *r* Raphe, *o* Oliven, *g* Kern der Seitenstränge (*Nucl. antero-lateralis, Dean*), *l Caput cornus posterioris*, an dessen Aussenseite bei *m* starke Längsbündel sich befinden, die den *Fasc. lateralis* bilden; *n Fasc. cuneatus* mit zahlreichen Haufen kleinerer Zellen (die Puncte), *o Fasciculus gracilis* mit vielen mehr zerstreuten Zellen. *t Fibrae transversales internae, te' Fibrae transversales externae anteriores, te'' Fibrae transversales externae posteriores.* Im Centrum eine zusammenhängende graue Substanz um den Centralcanal herum mit den vier Nervenkernen des *Hypoglossus* (*XII*) und *Accessorius* (*XI*).

An der Stelle der früheren horizontalen Fasern, die in die Pyramiden übergingen, finden sich besondere meist bogenförmige und querverlaufende solche Faserzüge, die theils das Innere durchziehen (*Fibr. transversales internae ttt*), theils oberflächlich die verschiedenen Bündel bedecken (*Stratum zonale Arnoldi s. Fibrae transversales externae te*). Diese Fasern bilden zwar scheinbar Ein fast die ganze *Medulla oblongata* durchziehendes Fasersystem, haben jedoch offenbar eine sehr verschiedene Bedeutung. Ich unterscheide:

1) Horizontalfasern, die aus den grauen Kernen der *Fasciculi graciles, cuneati* und *laterales* stammen. Von diesen gehen die hinteren Züge, *Fibrae transversales internae posteriores*, bogenförmig hinter den Oliven zu einem besonderen Faserzug, der wie eine Grenzlinie zwischen beiden Hälften der Medulla bildet, der sogenannten Naht (*rr*), *Raphe*, von *Stilling;* andere, *Fibrae transversales internae olivares*, durchsetzen, z. Th. mit eigenthümlichen Krümmungen, die Oliven und begeben sich ebenfalls zur *Raphe;* noch andere endlich, *Fibr. transversales internae anteriores*, gehen aussen um die Oliven herum, werden zu äusseren transversalen Fasern (*te'*) und ziehen als solche auch um die Pyramiden herum in den Grund der immer flacher werdenden vorderen Spalte, wo sie theils in die *Raphe* eintreten, theils auf die entgegengesetzte Seite sich begeben. Diese geschilderten Horizontalfasern bilden nun offenbar die Hauptmasse solcher Fasern, ausserdem finden sich nun aber noch andere Arten und zwar:

2) Horizontalfasern, die aus den Seitensträngen in der Gegend zwischen dem Kern der Seitenstränge und den Durchtrittsstellen der *Accessorius*wurzeln abstammend nach rückwärts sich wenden und als *Fibrae transversales externae posteriores* (*te''*) oberflächlich an den hinteren Strängen weiter verlaufen.

3) Horizontale Fasern, die von den verschiedenen anderen Kernen grauer Substanz und auch aus den zerstreuten Zellen im Innern abstammen. Mit Bestimmtheit sind solche Fasern zu beobachten a) bei den Oliven, wo sie theils wie eine Commissur beider dieser Organe darstellen, theils in feineren Zügen in der Richtung der *Hypoglossus*wurzeln gegen die graue Substanz um den Centralcanal verlaufen und vielleicht noch in anderer Weise sich finden. b) bei den Pyramidenkernen, aus welchen sowohl Verstärkungen der *Fibrae transversales externae anteriores*, theils parallel der *Raphe* verlaufende Züge entstehen. c) beim Kern der Seitenstränge und den hinter den Oliven zerstreut liegenden grösseren multipolaren Zellen, die Verstärkungen der *Fibrae horizontales internae* und *olivares* abgeben. Die *Raphe* enthält unmittelbare Verbindungen der horizontalen Fasern von rechts und links und viele Kreuzungen solcher, wobei die Fasern auf grössere oder kleinere Strecken im *Diameter anteroposterior* verlaufen, besitzt dagegen wohl keine Fasern, die ununterbrochen vom Grunde der vorderen Spalte bis zur grauen Substanz am Centralcanale verlaufen.

Die horizontalen Fasern sind grösstentheils von der feineren Art, doch kommen auch stärkere Fasern unter ihnen vor. So enthalten die *Fibrae transversales externae posteriores* vorwiegend mittelstarke Fasern von 5—8 μ und ebenso scheinen die sub 3 aufgeführten Fasern vorwiegend mittelstarke zu sein. Dagegen sieht man im Mark der Oliven, unter den *Fibrae transversales externae anteriores* und den aus den Kernen der *Fasc. cuneati* und *graciles* herauskommenden Fasern ausschliesslich oder fast ausschliesslich feine Elemente.

Von longitudinalen Fasern finden sich in diesem Abschnitte des Markes fast nirgends grössere zusammenhängende Massen. Gewöhnlich gelten die Pyramiden als solche, es ist jedoch zu bemerken, dass auch im Innern von diesen Ausstrahlungen der horizontalen Fasern nicht fehlen (Fig. 198). Eine ziemlich rein weisse Masse ist der Rest des Seitenstranges des Markes, aus dem die *Fibrae transversales externae posteriores* entspringen, ferner eine ziemlich starke Lage aussen am

Caput cornus posterioris, endlich einzelne grössere Bündel im Innern der *Fasciculi graciles* und *cuneati*. Dagegen finden sich nur kleine und kleinste Bündel der verschiedensten Form in grosser Zahl in dem ganzen Raume zwischen den Pyramiden, Oliven und den hinteren Strängen, deren Verhalten besonders *Stilling* ausgezeichnet schön dargestellt hat und die auch in Fig. 199 aus einem höheren Theile der *Medulla oblongata* wiedergegeben sind. Diese kleinen Bündel, die auch in den hinteren Strängen noch theilweise vorkommen, bilden mit den netzförmig verbundenen Zügen der inneren transversalen Fasern eine *Formatio reticularis* von ausnehmender Zierlichkeit, die nirgends in dieser Weise wiederkehrt, wie hier. — Kleine Bündel longitudinaler Elemente finden sich nun übrigens auch noch 1) im *Hilus* der Oliven und vereinzelt im Mark derselben; 2) in den *Fibrae transversales externae anteriores* aussen an den Oliven und 3) in den *Fibrae transversales externae posteriores* in der Gegend des *Fasciculus cuneatus*.

Von den longitudinalen Fasern sind die stärksten (von 2,2—9 μ) die zwischen der *Raphe* und dem *Hypoglossus*, doch verfeinern sie sich auch hier gegen die Pyramiden zu. Feiner (von 2,2—6,7 μ) sind die Elemente der Pyramiden. Seitwärts des *Hypoglossus* werden die Längsfasern der *Formatio reticularis* nach und nach feiner und finden sich mittelstarke Fasern nur noch im Reste des Seitenstranges hinter dem Kerne desselben und etwas feiner im *Fasc. lateralis* aussen am *Caput cornus posterioris*.

Unterhalb der Oliven zeigt diese Gegend des verlängerten Markes einen allmählichen Uebergang zu dem Abschnitte, der die Pyramidenkreuzung enthält, indem erstens die graue Substanz mit den beiden in ihr enthaltenen Kernen des *Hypoglossus* und *Accessorius* sammt dem Centralcanale nach und nach in die Mitte des Organes rückt und zweitens die *Fibrae transversales* immer spärlicher werden und im Zusammenhange hiemit auch die *Raphe* sich verkürzt, die *Formatio reticularis* sich verringert und die longitudinalen Elemente der Seitenstränge zunehmen. Gut ausgebildete Theile dieser Gegend (s. die Figur bei *Stilling*, *Medull. obl.* Taf. IV. Fig. 2) zeigen eine *Raphe*, die ungefähr bis zur Mitte des Markes geht und eine *Formatio reticularis* mit *Fibrae transversales internae*, die fast den ganzen Raum zwischen dem XI. und XII. Nerven einnimmt.

3. Verlängertes Mark in der Gegend der Rautengrube (Fig. 199).

Sobald der Centralcanal sich öffnet kommt die graue Substanz, die denselben früher rings umschloss, am Boden der Rautengrube frei zu Tage. Hierbei werden die hinteren Begrenzungen der *Medulla oblongata* nach den Seiten verschoben und kommt auch der *Accessorius*kern an die Seiten des *Hypoglossus*kernes zu liegen. Zugleich verlängert sich auch die *Raphe* und nehmen die *Fibrae transversales externae* und *internae* und die *Formatio reticularis* zu. Im Uebrigen ist das Verhalten der grauen und weissen Substanz so ziemlich dasselbe wie früher, nur wird das *Caput cornus posterioris* allmählich weniger scharf begrenzt und verschwindet endlich als besonders zu unterscheidende Bildung, doch bleibt an seiner Stelle im *Fasciculus lateralis* eine eher reichlicher werdende Anhäufung von Nervenzellen, mit längsverlaufenden Faserbündeln, beide der *Portio major Trigemini* angehörend.

Zur Vervollständigung dieser Schilderung sind nun einige Theile noch besonders zu besprechen.

Die graue Substanz der Oliven bildet ein in bekannter Weise gefaltetes Blatt, so dass eine mit Ausnahme der medialen Seite ganz geschlossene Kapsel entsteht, die von der übrigens grauen Substanz scharf getrennt ist und als eine Bildung eigener Art anzusehen ist. In derselben finden sich einmal sehr viele kleinere gelbliche Nervenzellen von 18—26 μ Durchmesser und rundlicher Gestalt mit 3—5 verästelten Ausläufern und (*Deiters*) je einem Nervenfaserfortsatze, und zweitens zahlreiche feine Nervenfasern, von denen die einen unstreitig mit den Zellen der Oliven zusammenhängen, während die andern die Olivenrinde nur durchsetzen. Das Gesammtverhalten der Nervenfasern ist so, dass ein von der Gegend der *Raphe* herkommendes starkes

d weisser Substanz quer in das Innere der Olive einstrahlt und nach allen Seiten förmig ausstrahlend dasselbe ganz erfüllt. Bei kleinen Vergrösserungen scheinen Fasern die graue Substanz der Olive nur zu durchsetzen und theils in die äussern, in die innern *Fibrae transversales* unmittelbar überzugehen, doch ist diess ohne el nur Schein und endigt und ingt ein Theil dieser Fasern Fasst man beide Oliven ins so bilden dieselben mit ihrer nasse und einem Theile der *e transversales* ein grosses Fatem, das von den hinteren gen einer Seite bogenförmig den mittleren und vorderen der *Med. oblongata* zu den rechenden Strängen der anSeite geht. Im Wesentlichen lie Oliven verhalten sich auch, ie Zellen anlangt, der Olivennkern (*Stilling*) (Fig. '), der grosse Pyramidenkern nd die kleinen Pyramidenkerne Die Pyramidenkerne sind in n Abschnitte nach Form, Lage Grösse sehr wandelbar. Der Pyramidenkern hat manchie Form einer nach vorn zackiKeule und hängt mit Zellenanlungen an der *Raphe* zusamdie in fast zusammenhängenZuge zu beiden Seiten der- bis zur Rautengrube sich cken können, wie diess auch *Dean* sah (*Med. obl. and trap.* Pl. XV. Fig. 23*a*, 24*a*).

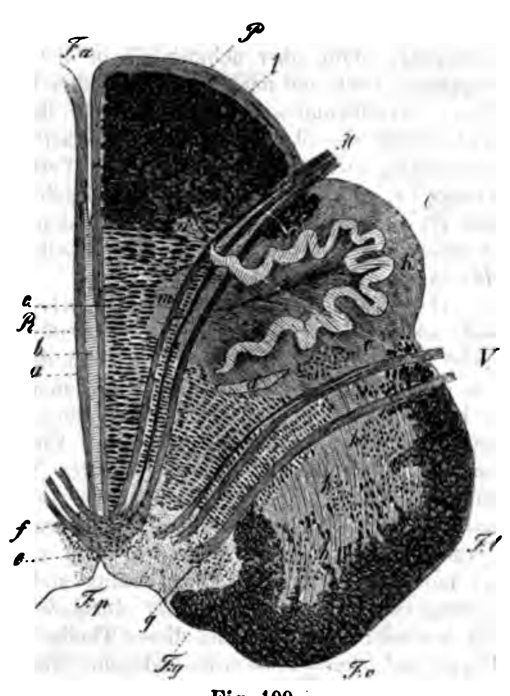


Fig. 199.

Von den Pyramiden ist ihre Zunahme an Breite nach oben besonders bemswerth. Mir scheint dieselbe auf Rechnung von horizontal in dieselben trahlenden Fasern zu kommen, die dann die longitudinale Richtung anen, Fasern, die bis jetzt nur von *Clarke* genauer geschildert wurden (*Medulla gata* pag. 247), aber auch bei *Dean* erwähnt und abgebildet sind (Pl. XV.). *ke* leitet diese Fasern von den kleinen Pyramidenkernen ab, worin ich ihm

ig. 199. Querschnitt durch das verlängerte Mark des Menschen, 6mal vergr. *P.* Pyra- *O.* Olive. *F. l.* Seitenstrang. *F. c.* Keilstrang. *F. g.* Zarter Strang. *H. Hypoglossus-*, *gus*wurzeln. *F. a. Fissura anterior. F. p. Fiss. posterior* am Boden der Rautengrube. *phe. a.* Längsfasern der *Raphe*, die keine zusammenhängenden Bündel darstellen *b.* Mittlere graue Lage der *Raphe* mit Querfasern. *c.* Ausstrahlung dieser Fasern in ive. *d.* Olivennebenkern. *e. Hypoglossus*kern. *f.* Kreuzung des *Hypoglossus. g. Vagus-* *hhh.* Grössere Nervenzellen im strangförmigen Körper (Kerne des *Caput cornus*, der *cuneatus* und *gracilis*). *i* Markmasse im Innern der Olive, zu den innern queren Fasern end. *k. Fibrae transversae externae anteriores* aussen an der Olive. *l. Fibrae transversae ae anteriores* aussen an der Pyramide in die vordere Spalte umbiegend. Aehnliche fasern sollten auch an der Oberfläche der hinteren Stränge darget sein. *m. n.* Grosser Pyramidenkern. *o.* Kern des Seitenstranges. — Das Innere die *Formatio reticularis* aus den inneren transversalen Fasern und zahlreichen kleinen bündeln bestehend.

Recht gebe, doch glaube ich auch Einstrahlungen von Seite der Oliven und des grossen Pyramidenkernes her gesehen zu haben. — In den obersten Theilen der *Medulla oblongata* werden übrigens diese horizontalen Pyramidenfasern ganz oder fast ganz vermisst.

Die Kerne der Seitenstränge (Fig. 198*g*. Fig. 199*o*) bleiben im oberen Theile des verlängerten Markes auch neben den Oliven noch eine Strecke weit gut ausgeprägt, dann aber nehmen sie in der Höhe des *Vagus*- und *Glossopharyngeus*-ursprunges nach und nach ab und zerfallen in einzelne kleine Heerde, noch bevor die Oliven verschwunden sind. Dicht über den Oliven oder wie ich in einem Falle sah in der Höhe des obersten Endes derselben bildet sich dann aber wieder eine Zellenansammlung aus, die vielleicht nur eine Verlängerung des früheren Kernes der Seitenstränge ist. Es ist diess die von *Schröder v. d. Kolk* bei Thieren, von *Clarke* und *Dean* auch beim Menschen gefundene obere Olive, die in der Höhe des *Acusticus* und *Facialis* im hintersten Theile des *Pons* ihre volle Ausbildung erreicht (*Dean* Pl. XIV.).

Horizontale und longitudinale Fasern sind im 3. Abschnitte der *Medulla oblongata* wesentlich ebenso beschaffen wie im zweiten Theile, nur ist die Zahl beider offenbar eine grössere. Wenn die horizontalen Fasern in ihrer Mehrzahl von den Zellen der grauen Massen abstammen, wie es mir unzweifelhaft erscheint, so kann diess nicht befremden, denn die graue Substanz nimmt in diesem Hirntheile entschieden von unten nach oben zu. Die Zunahme der longitudinalen Fasern anlangend, so kommt dieselbe einem guten Theile nach auf Rechnung von Umbiegungen horizontaler Fasern in longitudinale, die innerhalb der *Formatio reticularis* mit Leichtigkeit zu beobachten sind und unzweifelhaft auch in den Pyramiden vorkommen, ausserdem sieht man auch nicht selten Zellenfortsätze aus der horizontalen in die Längsrichtung umbiegen, Elemente, die wahrscheinlich als Leitungsfasern der in der *Medulla oblongata* entspringenden Nerven anzusehen sind. — Ein besonderes Längsbündel dieses Theiles der *Medulla obl.* ist der in der Nähe des *Vagus* und *Accessorius*kernes gelegene Strang (*Stilling Med. obl.* Taf. V. VI.; *Clarke Med. obl.* Pl. XVI.; *Dean Med. obl.* Pl. XV.), dessen Bedeutung noch gar nicht aufgeklärt ist.

Eine sehr schwierige Frage ist die nach dem Verhalten der 10 Nervenpaare, die von dem verlängerten Marke, dem *Pons* und den Hirnstielen herkommen. Nur wenige Forscher haben dieselben mit anderen Hülfsmitteln als den gewöhnlichen, d. h. dem Verfolgen der Fasern mit dem Messer, welches hier durchaus nicht ausreicht, zu lösen versucht, nämlich *E. Weber* (Art. Muskelbewegung im Handwb. d. Physiol. III. 2. p. 20. 22) an mit kohlensaurem Kali erhärteten Stücken, *Stilling* durch mikroskopische Verfolgung von Schnitten in Alkohol erhärteter Theile, ich selbst an durch Natron durchsichtig gemachten Chromsäurestücken, *Lenhossek*, *Clarke*, *Deiters* und z. Th. auch *Jacubowitsch* und *Schröder* an meist nach *Clarke's* Methode erhärteten und z. Th. gefärbten Präparaten. Die genannten Nerven entspringen ohne Ausnahme nicht von den Strängen oder Fasermassen, aus denen sie herauskommen, sondern dringen alle mehr oder minder tief in die Centraltheile hinein und setzen sich dann alle, z. Th. erst nachdem sie sich gekreuzt haben, wie z. B. die *Trochleares*, mit bestimmten Theilen von grauer Substanz in Verbindung, welche *Stilling* nicht unpassend Nervenkerne (*Accessorius*kern z. B.) nennt. Namentlich ist es der Boden der Rautengrube und der Sylvischen Wasserleitung, der in dieser Beziehung eine grosse Rolle spielt, indem alle genannten Nerven, die Mehrzahl ganz und gar, die andern wenigstens theilweise zu demselben sich erstrecken. Die graue Substanz, in der die fraglichen Nerven enden, ist die Fortsetzung derjenigen des Rückenmarks und lassen sich selbst ziemlich bestimmt die Analoga der Gruppen sensibler und motorischer Zellen dieses Organes nachweisen. Die motorischen Zellen

sitzen, wo der Centralcanal noch geschlossen ist, vor demselben, wo er offen ist neben der Mittellinie am Boden der Rautengrube und geben den unteren Wurzeln der *Accessorius* (Fig. 197), denen des *Hypoglossus, Facialis, Abducens, Oculomotorius, Trochlearis* und der *Portio minor trigemini*, ausserdem auch (*Clarke, Dean, Deiters*) einzelnen Bündeln des *Glossopharyngeus* und *Vagus* den Ursprung. Hinter dem Centralcanale oder mehr nach aussen von den motorischen Zellen sitzen die Zellenmassen, die den sensiblen des Markes zu entsprechen scheinen, und hier wurzeln die oberen Wurzeln des *Accessorius*, die Mehrzahl der Wurzeln des *Glossopharyngeus* und *Vagus* und des *Acusticus*, während die *Portio major trigemini* in der ganzen Länge der *Medulla oblongata* im *Caput cornus posterioris* und in der Fortsetzung derselben im Pons entspringt (*Stilling* z. Th., *Clarke, Dean, Deiters*). Die genaueren Verhältnisse aller dieser Nerven anlangend ist mit Bezug auf das bis jetzt Ermittelte auf *Stilling*, m. mikr. Anat. II. 1. S. 458–462, *Clarke, Dean* und *Deiters* zu verweisen, doch muss leider offen betont werden, dass die genaueren Beziehungen derselben zur grauen Substanz und zu den höheren Hirntheilen noch weniger bekannt sind als beim Mark und dass weder die Ursprungsstellen ihrer Fasern von den Zellen der grauen Substanz noch die Verbindungen dieser Zellen mit den höheren Theilen (die Leitungsfasern zum Gehirn) genügend ermittelt sind.

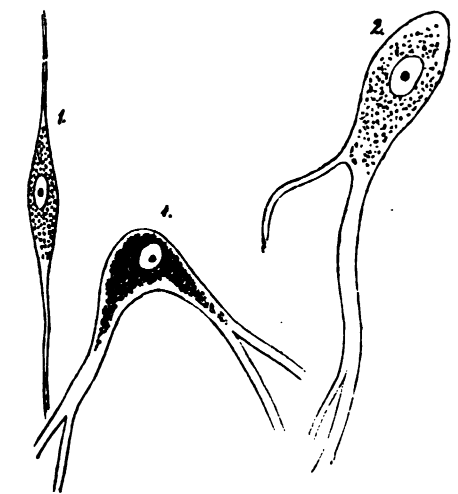


Fig. 200.

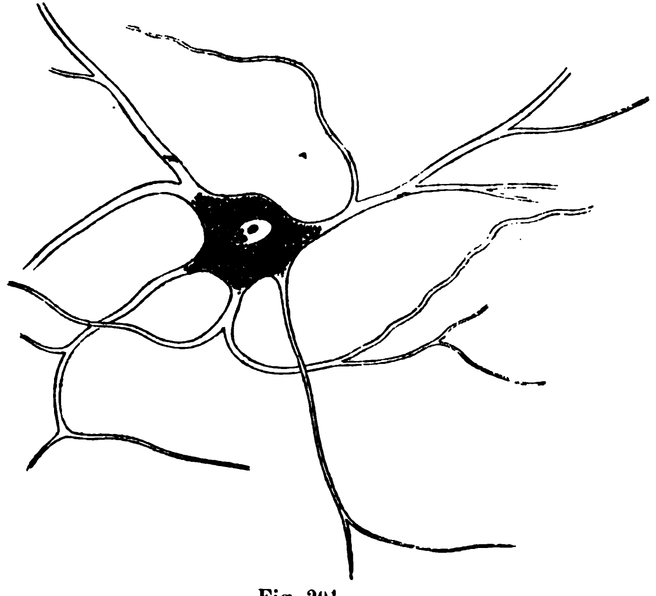


Fig. 201.

Die graue Substanz am Boden der Rautengrube, die dem Gesagten zufolge als erste Endigungsstelle der meisten Hirnnerven eine so grosse Rolle spielt, erscheint als eine ziemlich mächtige, vom *Calamus scriptorius* bis zum *Aquaeductus Sylvii* sich erstreckende Lage. Dieselbe enthält, abgesehen von reich-

Fig. 200. Nervenzellen der *Ala cinerea* des Menschen, 350mal vergr.

Fig. 201. Nervenzellen der *Substantia ferruginea* am Boden der Rautengrube, von Menschen, 350mal vergr.

licher Bindesubstanz aus dem *Ependyma* der 4. Hirnhöhle (siehe unten), durchweg viele Nervenröhren z. Th. von sehr bedeutendem Durchmesser bis zu 13—18 μ, die wohl vorzüglich den Nervenwurzeln angehören, z. Th. feinerer und feinster Art, ausserdem Nervenzellen mit 2—5 und mehr Fortsätzen von allen Grössen von 13 μ bis zu 67 μ und mehr, alle mit je einem ungetheilten Axencylinderfortsatze und reicher Verästelung der andern Ausläufer (*Deiters*). Die grössten derselben besitzt die *Ala cinerea* am hinteren Ende der Rautengrube (Fig. 200) und die *Substantia ferruginea s. Locus coeruleus* (Fig. 201), an welch' letzterem Orte dieselben auch ausgezeichnete Färbungen durch Anhäufungen braunschwarzer Körner, die bis in die Ausläufer hineingehen, zeigen. Sehr grosse Zellen finden sich auch an der Eintrittsstelle des *Acusticus* (*Stilling*, *Clarke*, *Dean*, *Deiters* Taf. V), die jedoch nicht zu diesem Nerven gehören (*Deiters*). — Ein Theil der eben beschriebenen grauen Substanz gehört eigentlich schon dem *Pons Varoli* an. Derselbe enthält ausserdem noch in seinem Innern über der oberflächlichen Querfaserlage, sowohl in der Mitte als auch mehr seitlich viele Anhäufungen von grauer Masse mit kleineren und grösseren (bis zu 45 μ) multipolaren Nervenzellen, welche so unregelmässig zwischen den Längs- und Querfasern eingebettet sind, dass sie für einmal, so lange ihre Beziehungen zu andern Theilen nicht erkannt sind, nicht ausführlicher beschrieben zu werden brauchen. Eine solche Zellengruppe ist auch die schon erwähnte obere Olive.

Die besten Darstellungen über die *Medulla oblongata* finden sich bei *Stilling*, *Clarke*, *Dean* und *Deiters*. Die Arbeit von *Deiters*, die übrigens als unvollendet gebliebene der Kritik sich fast entzieht, geht im Thatsächlichen, was die Vertheilung von weisser und grauer Substanz betrifft, kaum über die seiner Vorgänger hinaus und sind namentlich seine Abbildungen als reine, in ganz unrichtigen Grössenverhältnissen gezeichnete Schemata denen von *Stilling*, *Clarke* und *Dean* nicht zu vergleichen. Dagegen zeichnet sich dieselbe sehr vortheilhaft durch das Bestreben aus, die vereinzelten Thatsachen untereinander zu verknüpfen und zu einer Gesammtanschauung des Faserverlaufes zu verbinden, wie der §. 112 des Weiteren darlegen wird.

Ich erwähne nun noch einige Einzelnheiten.

Der Kern der Seitenstränge ist schon von *Stilling* und mir gesehen (Fig. 199) und beschrieben. Später erwähnt ihn *Clarke* (*Med. obl.* Fig. 23*p*, Fig. 28—32*g'*) und begreife ich nicht, wie *Dean* denselben, den er *Nucleus antero-lateralis* heisst, für unbekannt hält. Auch der Kern der Seitenstränge von *Deiters* scheint dasselbe. Mit dem grauen Kern des Markes (zwischen Vorder- und Hinterhorn, dicht an den Seitensträngen), den *Clarke* »*Tractus intermedio-lateralis*« nannte (*Phil. Trans.* 1859. *P. I. p.* 446), scheint derselbe nicht identisch zu sein und hat wohl *Clarke* Recht, wenn er diesen zum Kern der oberen Wurzeln des *Accessorius* in Beziehung bringt. — Die obere Olive, deren Entdeckung beim Menschen *M. Schultze Deiters* zuschreibt, ist schon im Jahr 1861 von *Clarke* (*Proc. of the Roy. Soc. Vol. XI. p.* 360) und später (1864) auch von *Dean* (*Med. obl.* p. 66. Figg. 8*a*, 9*a*, 10*a*, 12*a*, 16*a O'*) beschrieben worden.

Die Nerven der *Medulla oblongata* betreffend so unterscheidet *Lenhossek*, abgesehen von einem sonst von Niemand anerkannten »radialen Fasersysteme« (siehe d. Handb. 4. Aufl.) ein motorisches und ein seitliches gemischtes System. Zum ersten wird der *Hypoglossus*, *Abducens*, *Facialis*, *Trochlearis* und *Oculomotorius*, zum letzteren die zwei oberen Wurzeln des *Accessorius* (die anderen zählen zum radialen Systeme), der *Vagus*, *Glossopharyngeus*, *Acusticus* und *Trigeminus* gerechnet. Consequenter zählt *Deiters* zum gemischten Systeme den XI., X., IX., VIII., VII. Nerven und die *Portio minor trigemini*, während er die *Portio major trigemini* als einzigen Vertreter der sensiblen Wurzeln des Markes ansieht, indem er der Annahme von *Clarke* und *Dean* sich anschliesst, dass dieser Nerv in der Fortsetzung des Hinterhornes in der *Med. oblongata*, d. h. im *Caput cornus posterioris* entspringe. Dass die Wurzeln des *Accessorius*, *Vagus*, *Glossopharyngeus* doppelter Art sind und zu Kernen gehen, die theils motorischen, theils sensiblen entsprechen, nimmt *Deiters* mit *Clarke* an und *Facialis* und *Acusticus* sammt *Portio minor trigemini* betrachtet er als zerfallene Theile Eines Nerven. Mir scheint, dass man einfach sagen kann, dass in der *Med. oblongata* wegen der Oeffnung des Centralcanals die sensiblen Wurzeln

seitlich austreten, was auch für den *Trigeminus* gilt und dass, wie der *Accessorius* am Marke lehrt, auch motorische Fasern diese Bahn nehmen können.

Einzelnheiten im Betreff dieser Nerven anlangend, so sind Kreuzungen der Wurzeln ebenso wie früher von *Stilling* und mir auch von den neueren Beobachtern *Clarke*, *Dean*, *Deiters* gesehen worden und zwar am XII., XI., IX., VII., V., III. Nerven, doch sind die Verhältnisse, den XII. Nerven abgerechnet, nirgends hinreichend klar erkannt. Viel Dunkel herrscht auch noch über den *Acusticus* und vor Allem seine von *Clarke* und *Dean* behaupteten Beziehungen zum *Cerebellum*. Den *Facialis* betreffend, so beschreibt *Deiters*, wie er glaubt, als neu eine knieförmige Umbiegung der Wurzel desselben am Boden der Rautengrube, dieselbe ist aber schon ziemlich bestimmt von *Dean* erkannt worden (l. c. p. 58 u. 59. Fig. 12*a J*) und hat derselbe auch gezeigt, dass die longitudinal verlaufende *Facialis*wurzel nichts anderes ist als die sogenannte constante hintere *Trigeminus*wurzel von *Stilling* (*Pons Varoli* Taf. IV, V*a'*) und dass *Schröder* dieselbe zum *Acusticus* gerechnet hat (*Verlengde Ruggemerg* p. 32 und 43).

Im *Pons Varoli* des Menschen findet *Clarke* eine dem *Trapezium* der Säuger entsprechende quere Fasermasse, die aus dem strangförmigen Körper und dem Kern des *Auditorius* abstammend um das *Caput cornus* herumzieht und hinter den Pyramiden zur *Raphe* geht, wo die Fasern sich kreuzen.

§. 112.

Muthmaasslicher Faserverlauf in der *Medulla oblongata*.

Wenn schon beim Rückenmark anerkannt werden musste, dass es nach den vorliegenden Thatsachen nicht angehe, sich ein vollständiges Bild über den Zusammenhang der grauen und weissen Substanz zu machen, so wäre es offenbar doppelt vermessen, zu glauben, dass etwas der Art bei dem viel verwickelteren verlängerten Marke möglich sei. Nichts destoweniger wird es nur von Nutzen sein können, gewisse Gesichtspuncte hervorzuheben und einen Versuch zur Aufklärung der Verhältnisse auch dieses Organes zu machen, vorausgesetzt, dass demselben keine andere Bedeutung als die einer zu weiteren Forschungen anregenden Hypothese gegeben wird.

Die feinere Anatomie der *Medulla oblongata* hat vor Allem folgende Fragen zu beantworten: 1) Wie verhalten sich die in diesem Hirntheile entspringenden peripherischen Nerven. 2) Welches ist das Schicksal der Stränge des Rückenmarks in diesem Theile. 3) Welche Beziehungen zu den andern Theilen zeigen die diesem Hirntheile eigenthümlichen grauen Massen und 4) welches sind die Verbindungen dieses Theiles mit den übrigen Theilen des Gehirns?

1. Die Nerven der *Medulla oblongata* betreffend, so weist Alles darauf hin, dass deren Fasern ebenso wie im Marke mit bestimmten Zellen der grauen Substanz sich verbinden und hat *Deiters* solche Verbindungen in einzelnen Fällen wirklich beobachtet. Die Nervenkerne *Stilling's* wären somit den Zellenhaufen der vorderen und hinteren Hörner des Markes zu vergleichen. Und wie es beim Marke wahrscheinlich war, dass die Zellen durch die Enden ihrer verästelten Ausläufer mannigfache Verbindungen untereinander eingehen und durch Leitungsfasern auch mit höheren Theilen sich vereinen, so werden wir auch bei der *Medulla oblongata*, diesem Reflexapparate κατ' ἐξοχήν, nicht umhin können, solche Beziehungen zu vermuthen. Da die Nervenkerne motorischer und sensibler Nerven am Boden der Rautengrube eine zusammenhängende Lage grauer Substanz darstellen, so wird die Annahme einer reichlichen Verbindung der verschiedenen Nervenzellen keine Schwierigkeiten darbieten, und was die Leitungsfasern zum Gehirn anlangt, so ist es auch leicht möglich, einen Theil der zahlreichen Längsbündel, die diese Kerne durchziehen und begrenzen, in diesem Sinne zu verwerthen, obgleich zugegeben werden muss, dass in dieser Beziehung hier noch mehr Dunkel herrscht als beim Marke und eigentlich noch von keinem einzigen Nerven nachgewiesen ist, wo diese Verbindungen sind und wie sie sich verhalten. Ich deute vermuthungsweise einen Theil Längsbündel der *Formatio*

reticularis in diesem Sinne, da es sicher ist, dass deren Zahl von unten nach oben an Menge zunimmt und weil ferner Umbiegungen von Ausläufern von Nervenzellen die wie Axencylinderfortsätze sich verhalten in Fasern dieser Längsbündel nicht schwer zu beobachten sind. Wahrscheinlich hängen nun aber die Zellen an denen die Wurzelfasern enden nicht nur durch den *Pons* mit dem Gehirn, sondern auch mit den Oliven und dem *Cerebellum* zusammen, welche Verbindungen durch unmittelbare oder von anderen Zellen vermittelte Beziehungen zum transversalen Fasersystem bewerkstelligt werden könnten.

2. Das Schicksal der Stränge des Rückenmarks anlangend, so liess man bekanntlich bisher dieselben einfach die *Medulla oblongata* durchsetzen und theils in die *Crura cerebelli ad medullam oblongatam*, theils durch den *Pons* in die Hirnstiele übergehen. Nun hat aber *Deiters* in seinem *Opus posthumum* den sehr bemerkenswerthen Versuch gemacht, die Verhältnisse anders auszulegen. Für die neue Hypothese von *Deiters* scheinen besonders die Verhältnisse der Pyramiden maassgebend gewesen zu sein und geht er davon aus, dass die Fasern dieser Stränge feiner seien als diejenigen der Seiten- und Hinterstränge des Markes, als deren unmittelbare Fortsetzungen man dieselben bisher seit *Clarke's* Untersuchungen aufgefasst hatte, und zweitens dass in den Hinter- und Seitensträngen mit dem Auftreten der Pyramidenfasern auch neue Herde grauer Substanz sich einstellen. Wo graue Masse auftrete, sagt *Deiters*, diene sie immer als End- oder Ausgangspunct von Nervenfasern und sei es daher aus diesem und dem andern Grunde wahrscheinlich, dass Fasern der zwei angegebenen Stränge des Markes an den Zellen der neu in ihnen auftretenden Kerne (Kerne des *Fasciculus gracilis, cuneatus* und *lateralis*) enden und dass von denselben Zellen die Pyramidenfasern neu entspringen.

Ich kann nicht anders als diese Hypothese als sehr beachtenswerth bezeichnen und hat mir eine Prüfung derselben Folgendes ergeben. Erstens habe ich mich mit Bestimmtheit überzeugt, dass die Zellen des Kernes der *Fasciculi graciles* (*Postpyramidal nucleus Clarke*) viele und zwar mittelstarke Fasern an die Pyramidenkreuzung abgeben. Diese Fasern, die ihrer Stärke halber leicht von den andern Fasern dieser Stränge zu erkennen sind, laufen, aus dem vorderen Ende der Stränge in die graue Substanz eingetreten, erst quer oder fast quer in der Richtung gegen das *Caput cornus posterioris* und biegen dann erst vor dem *Fasciculus cuneatus* in einem starken Bogen gegen die Pyramidenkreuzung, so dass sie im Ganzen eine *S* förmige Krümmung beschreiben, die in der Fig. 197 viel zu schwach dargestellt ist. Einen Zusammenhang dieser Zellen mit den Längsfasern des *Fasc. gracilis* habe ich nun allerdings nicht erkannt, allein in dieser Beziehung scheint mir keine andere Möglichkeit als der Hypothese von *Deiters* zu folgen. Die Richtigkeit derselben vorausgesetzt, müssten die Zellen wohl jede mit mehreren Längsfasern verbunden sein, da die zu den Pyramiden gehenden Fortsätze wohl sicher Axencylinderfortsätze sind.

Zweitens. An den Zellen der Kerne der *Fasc. cuneati* und *laterales* habe ich bisher solche Beziehungen zur Pyramidenkreuzung nicht finden können, doch will ich aus Gründen der Analogie an *Deiters* mich anschliessen.

Drittens. Auf der andern Seite ist es mir ausgemacht, dass auch Fasern der Rückenmarksstränge, ohne mit Zellen sich zu verbinden, unmittelbar in die Pyramiden übergehen. Die Gründe, die *Deiters* von den Durchmessern der Fasern hernimmt, sind nicht stichhaltig, denn einmal enthalten auch die Pyramiden, theils von den mit ihnen gemischten Vordersträngen, theils sonst, mittelstarke Fasern und zweitens sind in der Gegend der Pyramidenkreuzung die medialen Fasern der Seitenstränge und die Fasern der Hinterstränge feinerer Art. Somit kann nur die directe Beobachtung entscheiden und diese lehrt, dass der *Fasciculus cuneatus* zahlreiche Fasern an die Pyramiden abgibt, noch bevor er Zellen (den *restiform nucleus Clarke*) enthält (Fig. 197), und zweitens, dass auch aus dem *Fasciculus gracilis* mit den Zellenausläufern eine gewisse Zahl feiner Fasern zu den Pyramiden verlaufen, die auf Zellen zu beziehen kein Grund

vorliegt. — Somit scheint die Pyramidenkreuzung verwickelter zu sein, als sie *Deiters* und den Früheren vorkam, immerhin gebührt *D.* das Verdienst, auf eine neue Quelle der Pyramidenfasern die Aufmerksamkeit gelenkt zu haben.

In ähnlicher Weise lässt *Deiters* auch den Rest der Hinter- und Seitenstränge, der für die Pyramidenkreuzung nicht verwendet wird, höher oben in den Zellen dieser Stränge aufgehen und aus diesen dann die Elemente des queren Fasersystems (*Fibrae transversales internae* und *externae*) entspringen. Einer solchen Ausdehnung der Hypothese steht nun aber auf jeden Fall sehr gewichtig entgegen, dass nach meinen Erfahrungen der unmittelbare Uebergang eines Theiles der longitudinalen Fasern der Seitenstränge in die *Fibrae transversales externae posteriores* feststeht, welche Fasern wahrscheinlich in den *Pedunculi cerebelli* zum kleinen Hirn verlaufen. Immerhin erscheint es auch mir als sehr wahrscheinlich, dass die Kerne der Seitenstränge und Hinterstränge auch höher oben in der *Medulla oblongata* Wendepuncte sind, an denen Längsfasern des Markes enden und transversale Fasern neu entspringen, nur wird man für einmal sich hüten müssen, diese Frage als spruchreif zu bezeichnen. Mit Bezug auf die Pyramiden will ich übrigens noch bemerken, dass die Fasern derselben die unmittelbare Fortsetzungen von Rückenmarkssträngen sind, möglicherweise mit den Kernen derselben verbunden sein könnten. Ebenso könnten Fasern der *Pedunculi cerebelli*, die aus dem Marke stammen, an den Zellen des *Nucleus dentatus cerebelli* enden und erscheint es somit auch in Würdigung des von mir Beobachteten doch immer noch möglich, dass keine einzige Faser der Markstränge das *Cerebrum* und *Cerebellum* selbst erreicht.

3. Die genaueren Beziehungen der eigenthümlichen grauen Massen der *Medulla oblongata* sind z. Th. in dem eben Erörterten schon besprochen. Die wichtigste sonst zu lösende Frage ist die nach der Bedeutung der Oliven. Mit der Bemerkung, dass dieselben 1) durch einen Theil der horizontalen Fasern mit den Kernen der hinteren Stränge, 2) durch einen anderen Theil dieser Fasern mit den Nervenkernen am Boden der Rautengrube und 3) auch mit den *Pedunculi cerebelli* in Verbindung stehen und dass diese Fasern wahrscheinlich mit ihren Zellen Verbindungen eingehen (an ihnen entspringen und enden), ist so ziemlich Alles gesagt, was für einmal sich aufstellen lässt, doch bietet diess nur eine geringe Handhabe für eine anatomische Hypothese und bekenne ich für einmal zu einer mehr ins Einzelne gehenden Ausführung einer solchen nicht die Möglichkeit zu sehen. Uebrigens stehen die Oliven wahrscheinlich auch mit den motorischen Strängen des Markes und mit dem Gehirne in Verbindung, und zwar mit ersteren durch die grossen Kerne der Seitenstränge, die Olivennebenkerne und die sogenannten Pyramidenkerne, mit letzteren durch die zahlreichen transversalen Fasern, die innerhalb der *Formatio reticularis* in longitudinale umbiegen.

4. Die Verbindungen der *Medulla oblongata* mit den übrigen Theilen des Gehirns anlangend, so machen sich dieselben auf jeden Fall einmal durch die Pyramiden, die unverändert in den *Pons* und wahrscheinlich die Hirnstiele eintreten und zweitens durch viele longitudinale Elemente der *Formatio reticularis*, die als Leitungsfasern der Nerven der *Med. oblongata* anzusehen sind. Ausserdem sind die schon erwähnten Verbindungen der Oliven und des transversalen Systemes mit dem *Cerebellum* vorhanden und stehen wohl auch alle besonderen Nervenkerne des verlängerten Markes auch mit dem *Cerebrum* in Verbindung, welchen Zusammenhang ein Theil der longitudinalen Fasern vermitteln könnte.

In Betreff der in diesem § kurz berührten Fragen ist besonders die Arbeit von *Deiters* zu vergleichen, der von allen bisherigen Forschern die eingehendsten Studien über den Zusammenhang der Elemente im verlängerten Marke angestellt hat, deren ausführliche und vollständige Mittheilung jedoch leider durch seinen Tod vereitelt wurde. *Deiters* hat sich bei seinen Darstellungen, die trotz ihrer Lücken doch als sehr werthvoll bezeichnet werden müssen, besonders von zwei Annahmen leiten lassen. Die eine ist, dass überall, wo graue

Substanz sich finde, Nervenbahnen wie in einem Centralpuncte endigen, der aber doch nur als Station für neue Bahnen diene, mit anderen Worten, dass die Zellen immer nur als Unterbrechung im Laufe von Nervenbahnen erscheinen; die andere geht dahin, dass überall wo Nervenbahnen auf einmal eine ganz andere Richtung einschlagen, dieselben von Nervenzellen unterbrochen seien. Der erste Satz kann wohl im Allgemeinen als richtig bezeichnet werden, immerhin mache ich darauf aufmerksam, dass ebenso wie in den peripherischen Ganglien, die unipolare Zellen enthalten, so auch in den Centralorganen multipolare Zellen möglicherweise als wirkliche Endpuncte auftreten könnten, wie diess unstreitig im Nervensysteme der Wirbellosen sich findet. Was dagegen die zweite Annahme anlangt, so kann dieselbe entschieden nicht auf den Namen eines Gesetzes Anspruch machen, wie *Deiters* glaubt, und erwähne ich nur als Beispiele von Fasermassen, die ohne von grauer Substanz unterbrochen zu werden ihre Richtung schnell und wesentlich ändern, die Pyramidenfasern an der Kreuzungsstelle, die *Facialis*wurzel nach den eigenen Angaben von *Deiters*, die Wurzeln der *Portio major trigemini*, die Wurzeln der *Trochleares*, die von mir beobachtete Umbeugung der Seitenstränge in transversale Fasern u. a. m.

§. 113.

Das kleine Gehirn, *Cerebellum*, zeigt in Bezug auf die Vertheilung der Elementartheile ziemlich einfache Verhältnisse, indem graue Substanz nur an der Oberfläche der Windungen, im *Nucleus dentatus* und an der Decke des *Ventriculus quartus* sich findet, alles übrige aus weisser Substanz besteht. Die letztere zeigt, abgesehen von der schon besprochenen Bindesubstanz, einzig und allein gleich verlaufende, gegen die graue Substanz nach *Gerlach* Theilungen darbietende, dunkelrandige Nervenröhren, welche alle Eigenschaften centraler Röhren (Zartheit, leichtes Varicöswerden, leichte Darstellbarkeit des Axencylinders u. s. w.) besitzen, an fast allen Orten, so viel sich ermitteln lässt, sich wesentlich gleich verhalten und einen Durchmesser von 2,6—9 μ, im Mittel von 4,5 μ darbieten. Die graue Substanz im Innern zeigt sich 1) ganz spärlich an der Decke des *Ventriculus quartus* über dem *Velum medullare inferius* in Gestalt 45—67 μ grosser, in die weisse Substanz eingestreuter und von einem scharfen Auge ohne weiteres zu erkennender brauner Nervenzellen (*Substantia ferruginea superior, mihi*) und 2) im *Nucleus dentatus*, dessen grauröthliches Blatt eine bedeutende Zahl von gelblich gefärbten Nervenzellen von mittlerer Grösse (18—36 μ) und zwei bis fünf Fortsätzen enthält, die von vielen aus dem weissen Kerne des *Nucleus dentatus* in die Marksubstanz der Hemisphäre übergehenden Nervenfasern durchsetzt werden und wahrscheinlich auch theilweise mit denselben in unmittelbarer Verbindung stehen.

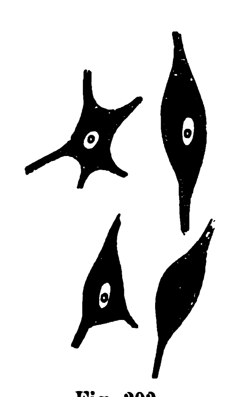


Fig. 202.

Verwickelter sind die Verhältnisse der grauen Substanz an der Oberfläche der Windungen des kleinen Hirns (siehe meine Mikr. Anat. Taf. IV. Fig. 4). Dieselbe besteht bekanntlich überall aus einer inneren rostfarbenen und einer äusseren grauen Schicht, welche, mit Ausnahme der Furchen, in denen die innere Schicht meist stärker ist, so ziemlich dieselbe, jedoch nicht überall gleiche Mächtigkeit besitzen.

Die innere rostfarbene Schicht (Körnerschicht, *Gerlach*) enthält Nervenfasern und grosse Massen scheinbar freier Kerne. Die ersteren stammen ohne Ausnahme aus der weissen Substanz und treten im Allgemeinen gleichlaufend, jedoch in jeder Windung auf dem Querschnitte leicht pinselförmig sich ausbreitend, geraden Weges von innen her in die rostfarbene Schicht ein. In dieser ziehen sie ebenfalls

Fig. 202. Zellen des *Nucleus dentatus cerebelli* des Menschen, 350mal vergr.

noch von innen nach aussen bis zur grauen Schicht, lösen sich jedoch in viele, meist feine Bündel auf, die vielfach mit einander sich verflechten, so dass die ganze rostfarbene Schicht von einem dichten, aber zarten Maschenwerke von Nervenfasern durchzogen wird, das an die Endplexus in peripherischen Theilen, z. B. im Acusticus, in den Haarbälgen der Tasthaare u. s. w. erinnert. In den Maschenräumen dieses Nervenplexus liegen in Menge dunkle, runde Kerne von 4—9 μ, im Mittel 6,7 μ Grösse, welche sehr häufig einen deutlichen *Nucleolus* zeigen und alle zu zarten Zellen gehören, die untereinander zusammenhängen und einen eigenthümlichen kernreichen Theil des schon im §. 108 beschriebenen *Reticulum* darstellen.

Indem die Nervenfasern der weissen Substanz durch die rostfarbene Schicht hindurchziehen, verdünnen sie sich nach und nach, die meisten bis zu einem Durchmesser von 2,6 μ, und treten dann so verfeinert in die äussere, graue Schicht der Rinde ein. Diese besteht, obschon dem äusseren Ansehen nach überall ganz gleich, aus zwei, jedoch nicht scharf abgegrenzten Lagen, von denen die innere noch Nervenfasern und sehr ausgezeichnete grosse Nervenzellen enthält, die äussere dagegen nur die schon besprochene scheinbar feinkörnige, blasse, kernhaltige Bindesubstanz, die überhaupt durch die ganze, graue Schicht verbreitet ist, und daneben kleine Nervenzellen und Ausläufer der grossen Zellen führt. Die kleinen Nervenzellen sind im Ganzen genommen nicht zahlreich. Sie finden sich durch die ganze graue Schicht vereinzelt von 9—18 μ Grösse, häufiger nahe der Oberfläche und gegen die rostfarbene Schicht zu, auch wohl in dieser selbst (ich, *Gerlach*) und zeigen bei gelungener Darstellung, namentlich an Chromsäurepräparaten meist mehrere zarte Fortsätze, die sich jedoch nie weit verfolgen lassen und häufig dicht an den Zellen abgerissen sind.

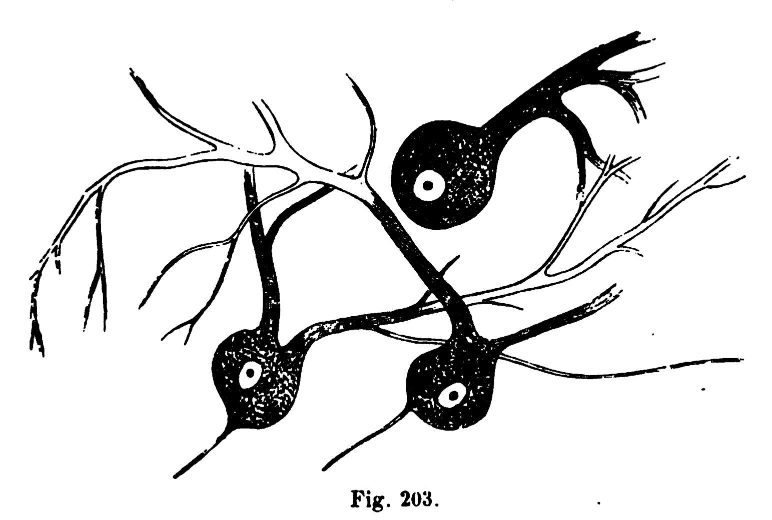


Fig. 203.

Ganz verschieden von diesen kleineren Elementen und sehr eigenthümlich sind die grossen, von *Purkyně* entdeckten Zellen der grauen Schicht (Fig. 203). Dieselben, von 35—67 μ Grösse und runder birn- oder eiförmiger Gestalt mit feinkörnigem ungefärbtem Inhalte, finden sich nur in den innersten Theilen der grauen Schicht an der Grenze der rostfarbenen Lage, nicht selten, wenigstens einzelne von ihnen, noch theilweise in die Kerne derselben eingebettet in einfacher oder stellenweise doppelter Lage und haben 2—3, selten 4 Fortsätze, von denen ein zarterer unverästelter, der

Fig. 203. Grosse Zellen der grauen Schicht der Rinde des kleinen Hirnes des Menschen, 350mal vergr.

Axencylinderfortsatz von *Deiters*, nach innen, die stärkeren vielfach verästelten nach aussen gerichtet sind. Am Ursprunge sind die äusseren Fortsätze bis 15 μ, ja selbst 18 μ dick, und äusserst feinkörnig oder sehr zartstreifig; im weiteren Verlaufe werden sie mehr gleichartig und verästeln sich zugleich aufs mannichfachste und zierlichste, so dass schliesslich aus jedem Fortsatze ein grosses Büschel ganz feiner Fäserchen, von einem Durchmesser von kaum 0,4 μ die feinsten, entsteht. Hierbei dringen sie einem Theile nach mehr wagerecht in die graue Schicht hinein, die meisten ziehen jedoch gerade nach aussen und erstrecken sich bis nahe an die äussere Oberfläche der grauen Schicht. Indem die Hauptverlängerungen der Fortsätze in genannter Weise die graue Schicht durchziehen, der sie ein eigenthümlich streifiges Ansehen verleihen, geben sie unter spitzen oder rechten Winkeln ihre Aeste ab, durch welche dann nicht selten eine mit der erwähnten Streifung unter einem grösseren oder kleineren Winkel sich kreuzende zweite entsteht.

In dem innersten Theile der grauen Schicht, zwischen den grossen Zellen, finden sich nun auch noch viele Nervenfasern, die jedoch wegen ihrer Zartheit und leichten Zerstörbarkeit sehr schwer zu verfolgen sind, jedoch, wie ich gegen *Gerlach* zu bemerken habe, auch an Chromsäurepräparaten und zwar nach Natronzusatz sich erkennen lassen. Dieselben kommen aus der rostfarbenen Schicht und verbreiten sich unter fortgesetzter Plexusbildung in dem inneren Drittheile der grauen Lage zwischen den grossen Zellen und ihren Fortsätzen. Verfolgt man dieselben genauer, so ergiebt sich 1) dass sie bestimmt keine Endschlingen bilden, wie sie *Valentin* und *Hyrtl*, die vielleicht feine Plexus für solche nahmen, gesehen zu haben glauben, und 2) dass dieselben immer feiner und blasser werden, indem sie von ihrer anfänglichen Dicke von 2,6 μ bis zu der von 1,3 μ und 0,9 μ herunter gehen und ihre dunklen Ränder mit immer blasseren vertauschen, bis sie schliesslich, einzeln und mehr gerade verlaufend und von den Fortsätzen der Nervenzellen nicht mehr zu unterscheiden, an der Grenze des innern Drittheiles der grauen Schicht gegen das mittlere Drittheil und selbst noch weiter nach aussen sich verlieren. Da nun auch die Axencylinder dieser Nervenröhren, da wo dieselben schon deutlich dunkelrandig sind, durch ihre eigenthümliche unregelmässige Begrenzung ganz mit den feineren Fortsätzen der grossen Zellen übereinstimmen, so stehe ich nicht an es für sehr wahrscheinlich zu erklären, dass alle Nervenröhren mit den Ausläufern derselben und wohl auch denen der kleineren Zellen verbunden sind.

Die *Crura cerebelli* bestehen alle aus nichts als aus gleich verlaufenden Nervenröhren ohne Beimengung von grauer Substanz, entsprechend denen der Markmasse des kleinen Gehirnes selbst, als deren Fortsetzung dieselben zu betrachten sind.

Der Zusammenhang der Elemente in der Rinde des *Cerebellum* wird von *Gerlach* in ganz eigenthümlicher Weise dargestellt (l. i. c.). Nach ihm unterliegen die Nervenröhren schon in der weissen Substanz der Windungen vielfachen Theilungen und werden bereits hier in ihrem Verlaufe von einzelnen Körnern unterbrochen. In noch viel ausgedehnterem Grade ist letzteres der Fall in der rostfarbenen oder Körnerlage der grauen Substanz, in der gleichfalls Theilungen der Nervenröhren vorkommen und die letztern überhaupt ausserordentlich fein werden. *Gerlach* denkt sich (siehe s. schemat. Fig. 3. Tab. I.), dass die sehr verfeinerten Fasern hier ein Netzwerk bilden, in dessen Knotenpuncten die Körner sitzen, die nach ihm wahrscheinlich kleine Zellen sind. An der äussern Grenze der rostfarbenen Lage lässt er dann endlich die Elemente dieses Flechtwerkes theils unmittelbar mit den nach innen gehenden Fortsätzen der grossen Nervenzellen zusammenhängen, theils durch Vermittelung neuer Körner mit den äussern Ausläufern derselben sich vereinen. Ob diess von allen diesen Ausläufern gilt, ist nicht mit Bestimmtheit gesagt, nur erklärt sich *G.* dahin, dass die Frage, ob dieselben auch untereinander sich verbinden, noch eine offene sei. Mit dieser Darstellung kann ich aus mehrfachen Gründen nicht einverstanden mich erklären. Ich habe bei neuerdings vorgenommener Untersuchung des *Cerebellum* mich durchaus nicht davon überzeugen können, dass die Körner mit den Nervenröhren zusammenhängen, oder

dass die letztern sich theilen, obschon auch ich an den Körnern gar nicht selten die von *Gerlach* beschriebenen Fädchen anhängen sehe und dieselben für Zellen halte. Hierzu kommt nun, das meinen Erfahrungen zufolge die Nervenröhren der rostfarbigen Lage ganz anders sich verhalten, als *G.* es schildert. Weit entfernt so fein zu werden, wie er zeichnet, gehen sehr viele derselben als deutlich dunkelrandige Fasern durch die ganze Körnerschicht und bilden hier den reichen im §. erwähnten Plexus, von dem ich hier eine Abbildung gebe, in dessen Maschen die Körner liegen. Ich glaube auch versichern zu können, dass bei weitem die grösste Zahl dieser Fasern immer als dunkelrandige in die rein graue Lage übergeht und erst hier ihr Ende erreicht, das, wie ich im §. angab, an den Ausläufern der Zellen, jedoch, wie es scheint, ohne Vermittelung von Körnern zu suchen ist, welche letztern ich, wie schon früher angegeben, zum *Reticulum* der Bindesubstanz rechne.

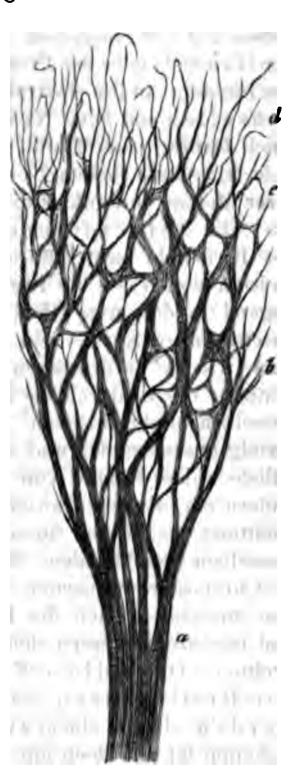


Fig. 204.

Dem Gesagten zufolge stimme ich mit *G.* wohl in sofern überein, als auch ich die Nervenröhren des *Cerebellum* an den grossen (und auch den kleinen) Zellen der Rinde entspringen lasse, was schon nach den von mir früher mitgetheilten Thatsachen nicht anders angenommen werden konnte, auf der andern Seite herrscht aber, abgesehen von der verschiedenen Auffassung der Körner, zwischen uns der grosse Unterschied, dass ich nicht viele Ausläufer einer Zelle schliesslich in Eine einzige Nervenröhre übergehen lasse, wie *G.*, sondern der Meinung bin, dass jede Nervenfaser immer nur mit einem einzigen der zahlreichen Zellenfortsätze sich verbindet Bei dieser Auffassung erklärt sich die grosse Zahl von Nervenröhren trotz der geringen Anzahl der Zellen leicht, während nach der von *G.*, abgesehen davon, dass dieselbe mit allem dem, was wir sonst über Nervenursprünge wissen, im Widerspruche ist, keine Möglichkeit vorliegt, dieselbe zu begreifen. Wenn es gestattet ist, noch ins Reich der Hypothesen sich zu versteigen, so möchte ich glauben, dass die (spärlichen) Nervenröhren, die mit den inneren Fortsätzen der grossen Zellen verbunden sind, eine andere physiologische Bedeutung haben, als die zahlreicheren von den äussern Ausläufern abtretenden, in welchem Falle dann die Zellen die Vermittelung zwischen beiden übernähmen. Nicht unmöglich wäre es auch, dass die letzteren Röhren alle zu Querfasern des *Pons* würden, die ersteren dagegen in die *Crura superiora et inferiora* übergingen. Vielleicht sind auch Verbindungen der Zellenausläufer da, doch war ich bis jetzt noch nicht im Falle, etwas Sicheres der Art zu sehen und enthalte ich mich daher eines bestimmten Urtheils. Ueber den Bau der Windungen des Kleinhirns vergleiche man ausserdem die Arbeiten von *Hess*, *Waldeyer*, *F. E. Schulze*, *Deiters*, *Stilling* und die von *Walther* über den *Bulbus olfactorius* (l. i. c.). Der letzte Beobachter glaubt Verbindungen der grossen Ganglienzellen gesehen zu haben, die sonst noch von Niemand erwähnt worden sind, ebenso Ursprünge dunkelrandiger Nervenfasern von den genannten Zellen.

§. 114.

Ganglien des grossen Gehirns. Die drei Ganglienpaare des grossen Hirnes, Vierhügel, Sehhügel und Streifenhügel bestehen Alle aus mächtigen

Fig. 204. Nervenröhrenverlauf an der Oberfläche des kleinen Hirns des Menschen. *a.* Röhren der weissen Markmasse. *b.* Nervenplexus der *Subst. ferruginea*. *c.* Grenzen dieser Substanz. *d.* Ausläufer der dunkelrandigen Röhren in die rein graue Lage. Ger. Vergrösserung.

Ansammlungen von grauer Substanz und aus Nervenfasern, von denen die ersteren zum Theil ganz getrennt für sich dastehen (*Corpus striatum*), zum Theil unter sich und mit tieferliegenden grauen Kernen zusammenhängen (*Thalami optici, Corpora quadrigemina*), die letzteren die Ganglien einerseits mit dem kleinen Gehirne und verlängerten Marke, andrerseits mit den Hemisphären des grossen Hirnes verbinden.

Der Streifenhügel enthält zwei grosse graue Kerne, den *Nucleus caudatus* vorn und oben und den *N. lenticularis* unten und hinten, welche jedoch vor mit einander zusammenhängen und Eine Masse bilden, ausserdem den dünnen *N. taeniaeformis* mit der *Amygdala* aussen am Linsenkern, und steht vorzüglich mit der Basis der Hirnstiele oder der Fortsetzung der Pyramiden in Verbindung, die mit vielen weissen Bündeln, in ihn einstrahlt. Die graue Substanz zeigt, wie fast überall, Nervenzellen und feine Nervenfasern. Die ersteren von 13—40 μ Grösse, sind zum Theil farblos, zum Theil, wie besonders im *N. caudatus* und 3. Gliede des N. *lenticularis*, gefärbt, haben 2—5 z. Th. verästelte Fortsätze und finden sich in um so grösserer Menge, je dunkler die graue Substanz ist.

Die Nervenfasern lassen sich dem grössten Theile nach auf die der Basis der Hirnstiele zurückführen. Dieselben, dunkelrandige Röhren von 2,6—11 μ, die meisten von 4,5—9 μ Breite, dringen in geradem Verlaufe und alle nebeneinanderliegend in das erste Glied des Linsenkernes und den vordersten dicksten Theil des geschwänzten Kernes ein. Verfolgt man dieselben im Linsenkerne weiter, so sieht man, wie sie in grösseren und kleineren Bündeln und an Stärke etwas abnehmend, geraden Weges durch die mehr spärliche graue Substanz der zwei ersten Abschnitte desselben hindurchziehen, um zuletzt in dem äussersten grössten Abschnitte pinselförmig auszustrahlen und sich zu verlieren. In diesen treten nämlich aus dem zweiten Gliede weisse Bündel von 90—310 μ, mit Fasern von 2,6—4,5 μ, eines neben dem andern ein, die leicht auseinanderweichend und in kleinere Bündel sich theilend in der Richtung gegen den äusseren Rand des Linsenkernes weiter ziehen, und, bevor sie denselben ereicht haben, für das blosse Auge verschwinden. Verfolgt man dieselben an Chromsäurepräparaten mikroskopisch, so ergibt sich, dass die Bündel bis nahe an den äussersten Theil des Linsenkernes gehen, jedoch allmählich in kleinere Bündel und in einzelne Fasern sich auflösen und aufs mannichfachste unter einander sich verflechten. Dass diese Fasern hier enden und nicht in die Markmasse der Hemisphären weiter gehen, darf als ausgemacht betrachtet werden, da von einem weiteren Fortgange derselben auch nicht das Mindeste zu beobachten ist und doch ein solcher, wenn vorhanden, dem Blicke sich nicht entziehen könnte: zweifelhaft ist dagegen auch hier das Wie. Ich kann nur so viel mittheilen, dass die Fasern der eintretenden Nervenbündel im dritten Abschnitte des Linsenkernes, wie sich an sehr vielen unmittelbar beobachten lässt, nach und nach so weit sich verdünnen, dass sie nur noch 1,8 μ, 1,3 μ, ja selbst bloss 0,9 μ, messen und fast ganz blass aussehen, so dass sie kaum mehr von den feineren Fortsätzen der Nervenzellen sich unterscheiden, mit denen sie wohl auch unzweifelhaft zusammenhängen. — In eben beschriebener Weise verhalten sich auch alle in den *N. caudatus* eintretenden Fasern, von denen die einen von der Basis der Hirnstiele aus in denselben eingehen, die andern, in seinen dünneren Theil tretenden, offenbar aus dem *Nucleus lenticularis* stammen und zuerst die zwei ersten Glieder desselben durchsetzen; auch hier findet sich kein Uebergang von solchen Fasern ins Mark der Hemisphären, sondern eine Auflösung der Bündel in Netze feinster, fast markloser Fasern und wahrscheinlicher Zusammenhang derselben mit den Zellen.

Ausser den eben beschriebenen, auf jeden Fall sehr zahlreichen Nervenfasern, welche von den Hirnstielen abstammen und im Streifenhügel enden, enthalten dessen Kerne noch eine bedeutende Zahl anderer, deren Herkunft zum Theil schwer, zum Theil gar nicht anzugeben ist. Eine Art dieser Röhren glaube ich mit Bestimmtheit herleiten zu können. Im äussersten Theile der grossen Kerne des Streifenhügels fin-

det man auf verschiedenen Durchschnitten eine bedeutende Zahl mässig starker, jedoch vom blossen Auge nicht sichtbarer Bündel, die durch ihre verhältnissmässige Dicke und die Durchmesser ihrer Röhren (von 2,6—4,5 μ) von den hier ganz verfeinerten und in Netze aufgelösten Fasern der Hirnstiele sich unterscheiden. Es ergibt sich leicht, dass alle diese Bündel aus der Markmasse der Hemisphären kommen und nachdem sie, wie es scheint, an der Grenze der Streifenhügelkerne auf eine gewisse Strecke der Oberfläche entlang verlaufen sind, in dieselben eintreten. Manche dieser Fasern setzen auch einfach aus der Markmasse der Hemisphären in die Ganglien hinein und kreuzen sich auf diesem Wege unter rechtem Winkel mit den ersteren Fasern. Diese Fasern gehen bündelweise beisammen mehr oder weniger tief in die graue Substanz der Streifenhügel, beim *N. lenticularis* in die des dritten Gliedes hinein und enden dann, wie ich gefunden zu haben glaube, ohne sich namhaft auszubreiten, Plexus zu bilden oder sich weiter zu verschmälern, indem ihre Fasern Schlingen mit nahe beisammen liegenden Schenkeln bilden, von welchen Schlingen natürlich nicht behauptet werden soll, dass sie Endschlingen sind.

Wenn es verhältnissmässig noch leicht ist, den Bau des Streifenhügel wenigstens in seinen Hauptzügen aufzudecken, so verhält es sich mit den Seh- und den Vierhügeln ganz anders, besonders weil hier die Nervenfasern weniger bündelweise, sondern mehr einzeln und aufs innigste mit grauer Substanz gemengt verlaufen und daher zum Theil durchaus nicht auf grössere Strecken sich verfolgen lassen. Leicht ist allerdings auch hier die Erforschung der grauen Substanz selbst und bieten die Elemente derselben, die Nervenzellen, nichts Besonderes dar, ausser dass dieselben im Sehhügel meist dunkler gefärbt, die der Vierhügel dagegen blass sind. Die Nervenfasern anlangend, so ist allerdings ganz sicher, dass der obere Theil der Hirnstiele, d. h. die *Crura cerebelli ad corpora quadrigemina*, und die Fortsetzungen der hinteren longitudinalen Fasermassen der *Medulla oblongata* in die genannten Ganglien eingehen, jedoch hat es mir bisher nicht gelingen wollen, über deren Verlauf etwas Bestimmtes auszumitteln. Nur das glaube ich angeben zu können, dass die genannten Fasermassen, wenigstens einem grossen Theile nach, nicht in die Markmasse der Hemisphären übergehen, sondern in diesen Ganglien enden, weil einerseits die meisten ihrer Fasern von dem anfänglichen Durchmesser von 2,6—9 μ bis zu den geringsten unter 2,2 μ befindlichen herabsinken und andrerseits an der der Markmasse zugewendeten Seite der Sehhügel von einem solchen Uebergange nichts sich findet. Auszunehmen ist jedoch der oberflächliche weisse Beleg der fraglichen Ganglien, der immerhin eine Beziehung derselben zu den Hemisphären vermitteln könnte, indem die Fasern desselben von 2,2—6,7 μ, selbst darüber, bündelweise gelagert und in verschiedenen Richtungen wagerecht sich kreuzend, nicht in denselben zu enden scheinen. Wie diese Puncte ist auch das Verhalten des Sehnerven zum Vier- und Sehhügel, und dasjenige des *Fornix* zu dem letzteren nicht ganz klar, so dass es als sehr erfreulich erscheint, dass wenigstens eine andere Hauptfrage sich ziemlich sicher beantworten lässt. Untersucht man den äusseren Theil der Sehhügel, so findet man, dass derselbe an eine bedeutende Masse weisser Subtanz anstösst, die auf den ersten Blick als Fortsetzung der Basis der Hirnstiele unten und aussen am Sehhügel, zwischen Linsenkern und geschwänztem Kern des Streifenhügels hindurch, geraden Weges in das Mark der Hemisphären eingeht. Bei näherer Besichtigung ergibt sich, dass diese weisse Substanz zum Theil, wie schon oben angegeben wurde, in den Streifenhügel, namentlich in den Linsenkern eingeht, zum Theil von aussen nach innen aus der Hemisphäre in den Sehhügel ausstrahlt. Es treten nämlich von ihr aus, schon vom blossen Auge sichtbare, sehr zahlreiche weisse Bündel in der ganzen Höhe der *Thalami* in diese ein, verlaufen nach der oberen Fläche, dem oberen inneren Rande und gegen das *Pulvinar* zu und verlieren sich schliesslich gerade ebenso, wie die aus dem Hirnstiele in das *Corpus striatum* sich fortsetzenden Fasern, d. h. es lösen sich diese Bündel, die anfänglich Elemente von 2,6—5,5 μ führen, zuletzt in

äusserst dichte Verflechtungen der allerfeinsten Fasern von 0,9—1,8 μ auf, die höchst wahrscheinlich mit den Zellen dieses Ganglions sich verbinden. Somit würden im Sehhügel einerseits Fasern der Hirnstiele, anderseits solche aus der Markmasse der Hemisphäre an den Zellen enden, oder vielleicht besser ausgedrückt, durch solche untereinander verbunden sein.

Ich berühre noch den Bau einiger mit den beschriebenen Ganglien in Zusammenhang stehenden Gebilde. Die *Substantia nigra* der Hirnstiele enthält ganz ähnliche gefärbte Zellen, wie die *Substantia ferruginea*, nur meist etwas kleiner und mit weniger Fortsätzen, umgeben von Nervenfasern der allerfeinsten und stärkerer Art. Die *Commissura mollis* führt kleinere Zellen mit 1, 2, 3 und mehr Fortsätzen und leicht gefärbtem Inhalte, daneben sehr viele netzförmig angeordnete, senkrecht und wagerecht verlaufende feine Fasern von 2,6—3,5 μ, mit noch feineren unter 2,2 μ und einzelnen stärkeren bis 9 μ. Die *Glandula pinealis* enthält blasse rundliche Zellen ohne alle Fortsätze, ferner multipolare Nervenzellen und pinselförmige Zellen mit Ausläufern (*Förster*), spärliche Nervenfasern von 2,2—4,5 μ, ausserdem meist viel Hirnsand (siehe S. 315). Die Stiele derselben, ihre Ausläufer nach vorn und die *Commissura posterior* führen Röhren von 2,2—6,7 μ, zum Theil auch von den allerfeinsten Fasern. Der Boden des dritten Ventrikels zeigt unmittelbar unter und hinter der vorderen Commissur ganz grosse und kleinere farblose Zellen mit 1—4 zum Theil sehr starken Fortsätzen. Dieselben liegen in grosser Zahl in reichen Plexus feiner Röhren von 2,6—0,9 μ und finden sich, wenn auch nicht in der angegebenen Grösse, doch sonst ganz ähnlich auch im *Corpus mammillare* ebenfalls mit den zahlreichsten feinsten Fasern gemengt und noch kleiner, von 18—26 μ, meist nur mit zwei Fortsätzen im *Tuber cinereum*. Die *Hypophysis cerebri* enthält in ihrem vorderen röthlichen Lappen, der vielleicht in der Wand der von mir auch bei menschlichen sehr jungen Embryonen nachgewiesenen Ausstülpung der Schlundschleimhaut sich entwickelt (Entwicklgesch. Fig. 150, 162), keine Nervenelemente, vielmehr nach *Ecker* (Art. »Blutgefässdrüsen« in Wagn. Handw.) die Elemente einer Blutgefässdrüse, d. h. ein Bindegewebsstroma mit sehr gedrängten und weiten Blutgefässen (*Ecker* l. i. c.), in dessen Maschen 0,030—0,090mm grosse Blasen (Zellen?) liegen, die bald nur Kerne und eine feinkörnige Masse, bald deutliche Zellen, bei älteren Leuten auch colloidähnliche Massen enthalten. Der hintere kleinere Lappen besteht aus einer feinkörnigen Masse mit rundlichen und mit Fortsätzen versehenen Zellen (*Luschka*), und Blutgefässen und besitzt auch feine varicöse Nervenröhren, die wie die Gefässe vom Trichter herabgelangen, der noch eine von Flimmerepithel ausgekleidete Höhlung besitzt und mit diesem Lappen selbst, der beim Embryo auch hohl ist, das eigentliche vordere Ende des centralen Nervensystems darstellt.

Ich halte den Nachweis, dass die Fasern der Hirnstiele in den Ganglien des Gehirns enden und dass die weisse Masse der Hemisphären aus selbständigen Röhren besteht, die von den Windungen aus bis in die Ganglien und vielleicht bis zur *Medulla oblongata* sich erstrecken, ohne mit denen der Hirnstiele zusammenzuhängen, für eines der wichtigsten Ergebnisse, zu denen ich bei meinen Untersuchungen über das centrale Nervensystem gelangt bin, indem hierdurch die schon lange vermuthete Trennung der animalen und psychischen Sphäre des centralen Nervensystems zum ersten Male anatomisch nachgewiesen und erklärt ist, warum die weisse Masse der Hemisphären gereizt weder Schmerzen noch Bewegungen veranlasst. — Ich freue mich, dass *R. Wagner* diese meine Erfahrungen bestätigt gefunden hat (l. c. p. 43). Auch er nimmt wie ich an, dass die Fasern der Hirnstiele von den Nervenzellen der Seh- und Streifenhügel entspringen und die der Hemisphären von den Zellen der grauen Rinde und zugleich zum Theil von denen der Ganglien, scheint jedoch diesen Zusammenhang ebenfalls nicht wirklich gesehen zu haben, was auch meiner Meinung nach fast unmöglich ist.

Der *Opticus* entspringt nach *I. Wagner* mit zwei Wurzeln von *Thalamus opticus* und den Vierhügeln. Im *Thalamus* wurzelt ein kleineres Bündel im *Corpus geniculatum externum*

in meist bipolaren Zellen, ein grösseres im *Thalamus* selbst in einem besonderen grauen Kerne mit meist unipolaren kleineren Zellen. Die Verbindung mit den Vierhügeln geschieht durch das *Corpus geniculatum internum* und eine Zellenansammlung seitlich am Vierhügel. Ausserdem bezieht der *Opticus* noch Fasern von der *Subst. perforata lateralis* und von bipolaren Zellen der *Lamina terminalis*. Ausserdem vergl. man *Clarke* in *Proc. Royal Soc. Vol. XI. p.* 364.

Die Zirbel führt nach *Clarke's* Mittheilungen (l. c.) gar keine nervösen Elemente und besteht aus Bindesubstanz und umgewandeltem Epithel!

Ueber den Bau der Hypophysis sind die neuen Untersuchungen von *Langen* und *Henle* zu vergleichen. Nach *Henle* besitzt dieselbe einen Bau, der im Wesentlichen mit dem des Markes der Nebenniere nach seinen Erfahrungen übereinstimmt. (S. unten.)

§. 115.

Hemisphären des grossen Gehirns. Die weisse Substanz der Halbkugeln des grossen Hirns besteht, abgesehen von der Bindesubstanz, durchweg aus Nervenröhren von 2,6—6,7 μ, im Mittel 4,5 μ ohne irgend welche Beimengung von grauer Substanz. Diese Fasern, über deren Verlauf im Einzelnen wir noch äusserst wenig wissen, bilden nie Netze oder Bündel, sondern ziehen alle einander gleich und meist auch gerade und gehen unzweifelhaft vom Balken und den Ganglien des grossen Hirnes aus bis zur oberflächlichen grauen Substanz, wobei es unausgemacht bleiben muss, ob dieselben in ihrem Vorschreiten sich theilen oder nicht. Ausser diesen Fasern enthalten aber die Hemisphären, auch abgesehen von der *Commissura anterior*, vom Gewölbe und dem Ursprunge des *Opticus*, noch andere, die unter einem rechten Winkel mit denselben sich kreuzen. Ich fand dieselben einmal an der äusseren Seite der Streifenhügel, wo sie zum Theil zu den Fasern gehören, die aus den Hemisphären in den Streifenhügel eintreten und in ihm enden, vielleicht auch zum Theil zu der Ausstrahlung des Balkens in den Unterlappen, und zweitens in den oberflächlichsten Lagen der weissen Substanz, unfern der grauen Belegungsmasse, wo dieselben in nicht unbeträchtlicher Zahl und zum Theil auch schief verlaufend vorkommen und in Bezug auf ihre Herkunft sich nicht ergründen liessen (*Laminae arcuatae, Arnold; Fibrae arcuatae, Färg*). Ob ausser diesen Faserzügen noch andere und welche sich finden, muss die Zukunft lehren.

Die graue Substanz der Windungen liegt in Betreff ihres feineren Baues nach manchen Seiten ziemlich offen da (siehe meine Mikr. Anat. Taf. IV. Fig. 2). Man unterscheidet an derselben am passendsten drei Lagen, eine äussere weisse, eine mittlere reingraue und eine innere gelblich-röthliche. Die letztere, welche an Dicke den beiden andern meist gleichkommt, hat gewöhnlich an ihrer äussersten Grenze einen helleren, oft fast weissen Streifen und hie und da weiter innen eine zweite schmälere und minder weisse Lage, so dass dann vier oder selbst folgende sechs Lagen da sind: 1) gelbröthliche Lage, innerer Theil, 2) erster weisser Streifen, 3) gelbröthliche Lage, äusserer Theil, 4) zweiter weisser Streifen, 5) graue Schicht, 6) oberflächliche weisse Lage. Die graue Substanz enthält in ihrer ganzen Dicke sowohl Nervenzellen als Nervenfasern und ausserdem noch die schon besprochene (§. 108) scheinbar körnige Bindesubstanz mit Kernen, gerade wie die des kleinen Gehirns. Die Nervenzellen sind nicht leicht zu erforschen, ausser an Chromsäurepräparaten und stimmen in allen drei Lagen insofern überein, als sie weitaus die meisten 1—6 Fortsätze besitzen, welche die meisten vielfach sich verästeln und schliesslich in äusserst feine blasse Fäserchen von circa 0,9 μ auslaufen, weichen jedoch in Bezug auf Grösse, Menge u. s. w. in einigen Beziehungen ab. In der oberflächlichen weissen Schicht sind die Zellen spärlich, klein (von 9—18 μ) mit 1—2 Fortsätzen und gehören wohl grösstentheils der Bindesubstanz an. — Die mittlere oder reingraue Schicht ist am reichsten an Zellen und stehen dieselben hier gehäuft,

eine nahe an der andern. Ihre Grösse ist von 9—36 μ bis zu 45 μ (Fig. 205) und was ihre Gestalt anlangt, so ist dieselbe birn- oder spindelförmig, drei- oder vieleckig, auch wohl mehr rundlich; die Fortsätze sind bei weitaus den meisten Zellen zu 1—6, gewöhnlich zu 3, 4 oder 5 vorhanden und wo diess nicht der Fall ist, möchten dieselben durch die Zubereitung abgerissen sein, da Verstümmelungen der im Ganzen sehr zarten Zellen äusserst leicht sich ereignen. In der innersten gelbröthlichen Lage endlich sind die Zellen wieder etwas spärlicher, doch immer noch recht häufig, sonst eben so beschaffen, wie in der grauen Substanz, haben einen bald blassen, bald gefärbten Inhalt, letzteres besonders in den inneren Schichten und bei alten Leuten.

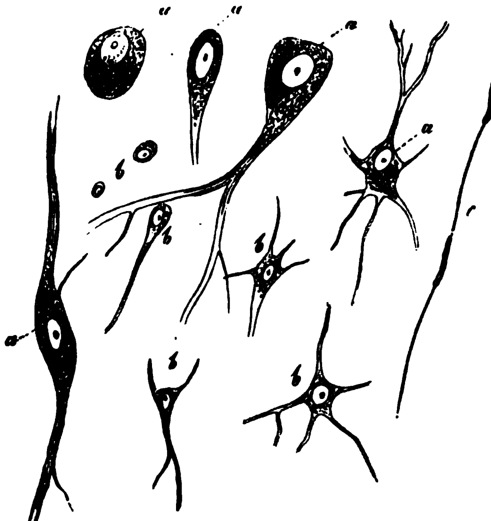


Fig. 205.

Die Nervenröhren der grauen Substanz der Windungen stammen, wie leicht nachzuweisen ist, aus der Marksubstanz der Hemisphären und dringen, Bündel an Bündel, geraden Weges und alle einander gleichlaufend in die gelbröthliche Schicht ein. Hier lösen sich schon eine Menge Röhren von denselben ab und durchziehen nach allen Richtungen, besonders aber der Oberfläche gleichlaufend und daher mit den Hauptbündeln sich kreuzend, die gelbröthliche Schicht. Häufen sich diese wagerecht verlaufenden Fasern stärker an, so entstehen die beschriebenen weisseren oder helleren Streifen in dieser Schicht, von denen der äussere gerade an der Stelle liegt, wo die in die graue Substanz eintretenden Bündel sich verlieren. Indem diese nämlich weiter nach aussen gehen, werden sie durch seitliche Faserabgabe und durch Verfeinerung und Auflösung der Elemente immer dünner, bis sie, an der grauen Schicht angelangt, dem Blicke sich entziehen, jedoch bei genauer Verfolgung als vielfach verflochtene allerfeinste Fäserchen von kaum noch dunklen Umrissen auch in dieser sich nachweisen lassen. Nur eine gewisse, jedoch geringere Zahl von Fasern gibt, an der reingrauen Schicht angelangt, ihre Breite und dunklen

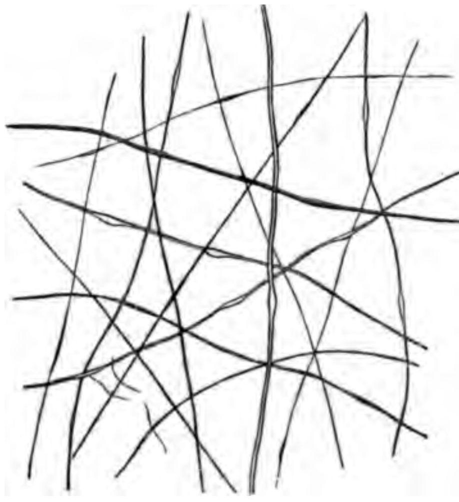


Fig. 206.

Fig. 205. Aus den inneren Theilen der grauen Schicht der Windungen des Menschenhirns, 350mal vergr. Nervenzellen, *a*. grössere, *b*. kleinere z. Th. (?) der Bindesubstanz angehörend, *c*. Nervenfaser mit Axencylinder.

Fig. 206. Feinste Nervenröhren der oberflächlichen weissen Substanz des Hirns des Menschen, 350mal vergr.

Umrisse nicht auf, sondern setzt in geradem oder schiefem Verlaufe durch dieselbe hindurch, um in der äusseren weissen Schicht wagerecht weiter zu verlaufen. In dieser finden sich nämlich eine bedeutende Zahl feinerer, feinster und allerfeinster Röhren (Fig. 206) in verschiedenen Richtungen sich durchkreuzend und in mehreren Lagen übereinander, deren Hauptquelle offenbar die aus der grauröthlichen Schicht abstammenden Röhren sind, vielleicht auch, wie *Remak* annimmt, an der Hirnbasis das Knie des Balkens. Wie diese Fasern zu den Zellen in der weissen Schicht sich verhalten, ist zweifelhaft, so viel ist jedoch sicher, dass manche derselben in die grauröthliche Substanz, von der sie herkommen, wieder zurückbiegen, mit andern Worten, Schlingen bilden, die *Valentin* zuerst beschrieben und ich an mit Natron behandelten Chromsäurepräparaten sehr häufig und bestimmt gesehen habe. Ebenso sah ich auch in der grauröthlichen Substanz einzelne Schlingen mit nahe beisammenliegenden Schenkeln und ebenfalls der Oberfläche des Gehirns zugewendeten Bogen derselben, die ich natürlich ebensowenig wie die vorhin erwähnten für Endigungen von Fasern halte. — Die Bündel der grauröthlichen Substanz enthalten anfangs Röhren von 2,6 — 6,7 μ, die sich aber schliesslich fast alle zu 2,2 μ verschmälern und in der grauen Substanz den geringsten Durchmesser der Nervenröhren von 0,9 — 1,8 μ annehmen. Die innerhalb der grauröthlichen Schicht von diesen Bündeln abgehenden Fasern sind zum Theil von derselben Stärke, wie in den Bündeln, so namentlich die des stärkeren weissen Streifens, zum Theil feiner. Stärker bis zu 6,7 μ sind auch in der Regel die aus den Bündeln in die oberflächliche weisse Substanz übergehenden Fasern, von denen viele Schlingen bilden, doch finden sich neben diesen auch von den feinsten Fäserchen von 0,9 μ in dieser Schicht. — Einen Zusammenhang der Nervenzellen und Nervenröhren fand ich auch in der Rinde des grossen Hirnes trotz alles Suchens nicht, doch wurde mir das Vorkommen eines solchen nirgends so wahrscheinlich wie hier, wo die Nervenfasern besonders in der reingrauen Schicht fast täuschend das Ansehn der Fortsätze der Zellen annehmen und wo sie auf jeden Fall enden. Es gibt hier eine Unmasse von Nervenröhren, die so fein und blass sind, dass man sie kaum zu denselben zählen würde, wenn sie nicht gerader verliefen, als die Fortsätze und nicht einzelne, spärliche, namentlich bei Natronzusatz hervortretende zarte Varicositäten besässen. Wenn irgendwo in den Centralorganen, so kommt hier ein Nervenröhrenursprung vor, doch wird es auch begreiflich, dass derselbe sich noch nicht beobachten liess, wenn man die Zartheit der Gebilde, um die es hier sich handelt, kennt.

Der Balken, *Corpus callosum*, enthält in den vordern Theilen des Stammes über dem *Septum pellucidum*, dem *Fornix* und dem Streifenhügel, mattgraue, in weisse Substanz eingestreute Streifen, in denen das Mikroskop keine Zellen, sondern nur Kerne von 6,7 — 9 μ mitten unter vielen Nervenröhren aufdeckt, wie sie auch in der übrigen weissen Substanz im bindegewebigen *Reticulum*, nur minder zahlreich, sich finden. Ausserdem sah *Valentin* (Nervenl. p. 244) bisweilen an der Oberfläche des Balkens zwischen der *Raphe* und den *Striae obtectae* einen zarten grauen Anflug mit hellen Nervenzellen, der mit der *Fasciola cinerea*, die in die *Fascia dentata* des *Pes hippocampi major* sich fortsetzt (siehe *Arnold* Bemerk. p. 87) identisch zu sein scheint; sonst ist der Balken rein markig mit gleichlaufenden Fasern von ganz demselben Ansehen und Durchmesser wie die der Markmasse der Hemisphären. Ebenso verhält sich auch die *Commissura anterior* und der *Fornix*, der jedoch sehr mannichfach mit grauer Substanz in Berührung kommt, wie im Sehhügel, aus dessen *Tuberculum anterius* seine *Radix descendens* hervorkommt, im *Corpus mammillare* (siehe oben S. 302), am Anfange der *Radix ascendens*, am Boden des 3. Ventrikels, gegen den einige zarte Bündel der *Radix ascendens* auslaufen, und an seiner Verbindungsstelle mit dem *Septum pellucidum*, das neben einem gewöhnlichen, dicken, viel Bindesubstanz und *Corpuscula amylacea* (S. 135) zeigenden Ueberzuge viele Netze feinster Nervenfasern und Nervenzellen, gerade wie das *Tuber cinereum*, zeigt. Die Fasern des

Fornix messen, wo er weiss ist, 1,8—11 μ, meist 4,5—6,7 μ; im Sehhügel (im oberen Theile) und im *Corpus mammillare* sind dieselben nur von der feinsten Art von 0,9—2,2 μ. Das Ammonshorn und die Vogelklaue verhalten sich fast wie Windungen der Hemisphären, doch findet sich in der ganzen Substanz des ersteren ein besonderer Streifen, der vorzüglich runde Zellen, eine dicht an die andere gedrängt, enthält, die auch *Kupffer* vom Kaninchen beschreibt und die ich zur Bindesubstanz zähle und mit denen der rostfarbenen Lage des *Cerebellum* vergleiche.

Von dem Ursprunge und dem genaueren Verhalten des *Olfactorius* wird später bei dem betreffenden Sinnesorgane die Rede sein.

Den Ursprung der Nervenfasern im Gehirn anlangend, so hat es mir beim Menschen bisher nicht gelingen wollen, etwas der Art mit Bestimmtheit zu sehen, doch ist meiner Meinung nach nicht im geringsten daran zu zweifeln, dass hier an vielen Orten Nervenfaserursprünge sich finden, in der That wollen *R. Wagner* und *Leuckart* beim Menschen einen Uebergang der Fortsätze der vielstrahligen Zellen der *Substantia ferruginea* in breite Nervenröhren gesehen haben (Gött. Anz. 1850. Nr. 13; s. *Ecker*, *Icon. phys.* Tab. XIV. Fig. III.), ebenso Prof. *Domrich*, wie er mir brieflich mittheilte, in der Rinde des *Cerebellum*, was auch *Walther* bestätigt. Dann hat *R. Wagner* (Gött. Nachr. Oct. 1851) auch in den elektrischen Lappen der Zitterrochen gefunden, dass von den vielstrahligen Ganglienkörpern ein, seltener zwei nicht verästelte Fortsätze in dunkelrandige Fasern übergehen. *R. Wagner* stellt diesen Uebergang so dar, dass er sagt, die Fortsätze hätten sich als Axencylinder in die dunkelrandigen Röhren fortgesetzt, worin ihm *Leydig*, der denselben Uebergang im *Cerebellum* des Hammerhaies sah, beistimmt, ebenso *Stannius* für *Petromyzon* — doch war in *Wagner's* meisten Fällen die Uebergangsstelle wohl kaum ganz unverletzt, wogegen ich die Zeichnung von *Leydig* (*Plagiost.* I. Fig. 8) für eine ganz richtige halte, mit der auch eine von *Wagner* (l. c. Fig. VII. *B, e*) übereinstimmt. Später scheinen *Wagner* in Betreff dieser Beobachtungen Zweifel gekommen zu sein, wenigstens sagt er (Neurol. Unt. p. 162. Anm.), dass Fälle, wie die erwähnten, wo die Zellenfortsätze in breite Primitivfasern übergehen, zu den allerseltensten gehören und in der Regel nur die allerfeinsten Fibrillen in Ganglienzellenfortsätze übergehen. Es ist wohl zuerst von mir nachgewiesen worden (Mikr. Anat. II.), dass da, wo im Gehirn Nervenursprünge vermuthet werden dürfen, wie in der Rinde von *Cerebellum* und *Cerebrum*, im Streifen- und Sehhügel, die dunkelrandigen Nervenröhren in die feinsten blassen Fäserchen auslaufen, die mit den ebenfalls ins Feinste sich verästelnden Zellenfortsätzen fast ganz übereinstimmen, und habe ich schon lange betont, dass, wenn Nervenursprünge vorkommen, sie nur zwischen solchen feinen Fäserchen sich machen. Bei solchen Verhältnissen gehört, wie leicht begreiflich, der Nachweis des Ursprunges einer dunkelrandigen Röhre von einer Nervenzelle zu den schwierigen Aufgaben und glaube ich nicht, dass Jemand sich rühmen darf, einen solchen Ursprung wirklich gesehen zu haben. Ich läugne übrigens keineswegs ein unmittelbares Entspringen gröberer Fasern von Zellen in gewissen Stellen des Gehirnes des Menschen und werden solche Uebergänge auch durch die neuesten Erfahrungen von *Deiters* für die *Medulla oblongata*, den *Pons* und die Rinde des *Cerebellum* (für den nach innen tretenden Fortsatz der grossen Zellen) dargethan. Uebrigens hat selbst *Deiters*, obschon er offenbar das Bestreben hatte, an den centralen Zellen überall denselben Typus nachzuweisen wie an denen des Markes (siehe oben), es nicht gewagt dasselbe für das grosse Gehirn zu behaupten, indem er sich darauf beschränkt zu bemerken (pag. 96), dass es auch hier Zellen gibt, die nur unwesentlich von dem allgemeinen Schema abweichen. Wie nach *Deiters'* Angaben selbst auch im *Cerebellum* Ausnahmen vorkommen, nämlich Zellen, die an beiden Polen direct in einen Axencylinder übergehen (pag. 95), so muss es auch für das *Cerebrum* als möglich anerkannt werden, dass hier andere Verhältnisse vorkommen als im Marke und scheint es mir überhaupt nicht gerathen, alle Nervenzellen über einen Leisten zu schlagen. So viel kann man auch jedenfalls für das grosse Gehirn entschieden behaupten, dass vorläufig noch keine einzige Thatsache dafür spricht, dass hier nur einfache Axencylinderfortsätze an den Zellen vorkommen und will mir überhaupt scheinen, dass das ganze von *Deiters* aufgestellte Schema vielleicht nicht die Bedeutung hat, die er ihm zuschrieb. Möglicherweise kommen *Deiters*'sche Axencylinderfortsätze nur da vor, wo starke

Nervenfasern besonders peripherischer Nerven unmittelbar entspringen und gehen an allen anderen Orten die feinen Enden der verästelten Fortsätze in feinste dunkelrandige Röhren über, ein Verhalten, das vielleicht auch an den Zellen mit Axencylinderfortsätzen sich findet. In diesem Falle würde das allgemeine Gesetz das sein, dass die Nervenzellenfortsätze in Nervenfasern übergehen und zwar die feinen in feine, die starken in starke Röhren, wobei die Frage offen bliebe, ob alle Zellenfortsätze sich so verhalten, oder gewisse derselben, ohne zu dunkelrandigen Röhren geworden zu sein, einfach zur Verbindung der Zellen dienen. Solche Verbindungen wird man nicht umhin können auch im Gehirn anzunehmen und bin ich geneigt, Vereinigungen weit entfernter Zellen, z. B. derer der Hirnrinde und der Ganglien des Gehirns, der einzelnen Windungen der Hirnrinde, derer des *Cerebellum* und der *Medulla oblongata* u. s. w., durch dunkelrandige Fasern, Verbindungen nahe gelegener Zellen (Zellen der motorischen und sensiblen Kerne am Boden der Rautengrube, Zellen der einzelnen Hirnwindungen, Zellen in der Rinde des *Cerebellum*) durch Netze der blassen Ausläufer zu Stande kommen zu lassen.

Was die Schlingen anlangt, die ich im Streifenhügel und in der Rinde des Gehirns fand, so sind dieselben sicherlich nicht Endigungen von Fasern, sondern einfach Umbiegungen, deren Bedeutung freilich im Dunkeln ist. Mehrere Forscher haben Theilungen der Nervenröhren in den Centralorganen gesehen, so von Aelteren *Ehrenberg*, *Volkmann*, *E. H. Weber* und neuerdings auch *Hessling* (*Fror.* Notizen. Apr. 1849, Jenaische Ann. I. S. 283), *E. Harless* (Ibid. p. 284) und *Schaffner* (Zeitschr. f. rat. Med. IX) im Gehirne verschiedener Wirbelthiere, besonders an der Grenze weisser und grauer Substanz. Ich will namentlich die letzteren Angaben nicht bezweifeln, kann jedoch nicht unterlassen zu bemerken, dass ich im Gehirne des Menschen bisher vergeblich nach Theilungen forschte und viele Hunderte von Fasern aus der grauen Substanz unter den günstigsten Verhältnissen vor mir hatte, die nichts von solchen darboten, dagegen fand ich allerdings wie Andere (s. oben) im Rückenmarke, obschon sehr selten, Theilungen (s. meine mikr. Anat. II. 1. p. 429).

Sehr wichtig scheint für die Erforschung des Faserverlaufes im centralen Nervensysteme die Entdeckung *Türck's* (Sitz. der Wien. Akad. 1851. März, Juni 1853) werden zu wollen, dass nämlich bei Erkrankungen im Gehirne oder Marke bestimmte Faserzüge entarten und namentlich Körnchenzellen in sich entwickeln, und möchte ich für solche Fälle die Untersuchung von Chromsäurepräparaten empfehlen.

Wie die Erfahrungen jetzt liegen, ist jede ausführlichere Hypothese über den Zusammenhang der Elemente im Gehirne sicherlich verfrüht und kann es der Wissenschaft nur schaden, wenn man in dieser Beziehung zu weit geht. Alles, was ich aufzustellen mir erlaube, ist folgendes: 1) Eine sehr grosse Zahl der Fasern der Hirnstiele enden an den Zellen des Streifen- und Sehhügels und gehen nicht in die Markmasse der Hemisphären ein; 2) die Fasern der Markmasse der Hemisphären, die man zum Stabkranz zählt, entspringen von den Zellen der Rinde und enden im Sehhügel, und wahrscheinlich auch im Vierhügel, *Pons* und der *Medulla oblongata*, wahrscheinlich an den Zellen dieser Gegenden; 3) der Streifenhügel erhält auch, jedoch weniger Fasern als der Sehhügel aus den Hemisphären und haben sich bisher keine Endigungen derselben nachweisen lassen; 4) die Balkenfasern sind wahrscheinlich Commissurenfasern für die Nervenzellen der Rinde beider Seiten; 5) die *Fibrae arcuatae* der *Gyri* sind wahrscheinlich Commissuren für die Zellen benachbarter Windungen. — Diese Sätze geben wenigstens einen Rahmen ab, mit dem die Physiologie doch Einiges machen kann und der hoffentlich immer mehr sich vervollständigen wird.

§. 116.

Hüllen und Gefässe des centralen Nervensystems. *A.* **Hüllen.** 1) **Rückenmark.** Die *Dura mater s. Meninx fibrosa* ist eine weissliche, hie und da Sehnenglanz besitzende, feste, ziemlich elastische Membran, die fast zu gleichen Theilen aus gleich und meist der Länge nach verlaufenden Bindegewebsbündeln und aus feineren elastischen Fasernetzen besteht. Die äussere Fläche der *Dura mater* ist vorn, wo die Haut regelrecht mindestens einmal dünner ist als hinten, ziemlich innig mit der *Fascia longitudinalis posterior* der Wirbelsäule vereint, hinten und seitlich frei und durch einen Zwischenraum von den Wirbelbögen und ihrem Perioste geschieden, in welchem ein

lockeres Bindegewebe mit netzförmig verbundenen Bündeln von kaum mehr als 9 — 11 μ (netzförmiges Bindegewebe), seltener mit elastischen Fäserchen (umspinnenden und der Länge nach verlaufenden) und runden, spindelförmigen Bindegewebskörperchen, ferner grössere oder kleinere Klümpchen eines häufig gallertartigen durchscheinenden Fettes mit serumhaltigen Zellen sich befinden. Die Gefässe dieses Raumes sind theils) die bekannten *Plexus venosi*, theils feinere Gefässe und selbst Netze feinster Capillaren in dem lockern Bindegewebe selbst. — Die Innenfläche der *Dura mater* soll nach der allgemeinen Angabe von einem äusseren Blatte der *Arachnoidea* überzogen sein, allein hier findet sich nichts als ein Epithelium von vieleckigen, platten, kernhaltigen Zellen auf der innersten Lage der harten Haut und von einer besonderen Unterlage derselben keine Spur. Das *Ligamentum denticulatum* hat kein Epithel und wie der verdickte Streifen der *Pia mater*, an den dasselbe sich ansetzt, ganz denselben Bau wie die *Dura mater*.

Die Spinnwebenhaut, *Arachnoidea medullae spinalis*, besteht nicht aus einer äusseren, mit der *Dura* vereinten und aus einer inneren freien Lamelle, sondern aus einer einzigen, dem inneren Blatte der Autoren entsprechenden Schicht. Dieselbe ist eine äusserst zarte durchscheinende Haut, welche in ihrem Verlaufe ganz der harten Haut folgt und so weit wie diese sich erstreckt. Ihre äussere Fläche steht an der hintern Mittellinie des Halstheiles höher oben durch ziemlich derbe Streifen, weiter unter durch zartere Fäserchen mit der *Dura* in Verbindung, sonst ist dieselbe vollkommen glatt und glänzend, welche Eigenschaft von einem dem der *Dura* ganz gleichen Epithelium herrührt, und liegt der harten Haut einfach an, etwa wie die Lungenpleura der Rippenpleura. Die innere Fläche der *Arachnoidea* ist ebenfalls glatt, jedoch ohne Epithel; sie wird durch einen grossen Zwischenraum, den Unterarachnoidealraum, von dem Marke und der *Cauda equina* getrennt, sendet jedoch zahlreiche Streifen an die *Pia mater* und die Nervenwurzeln, welche ausser im Begleite der Gefässe und Nerven besonders an der hintern Mittellinie in einer Reihe hintereinander sich finden, und hie und da, besonders am Halse eine durchlöcherte oder vollständige Scheidewand bilden. Bezüglich auf den feineren Bau, enthält die *Arachnoidea* vorzüglich netzförmig verbundene Bindegewebsbündel von 4—9 μ, welche zu einigen Lamellen, äusseren mit schwächeren, inneren mit stärkeren Bündeln verbunden und gewöhnlich von feinen elastischen Fasern so umsponnen sind, dass sie, wenn durch Essigsäure aufgequollen, eine rosenkranzförmige Gestalt annehmen (Fig. 36). An vielen Bündeln sind diese Fasern fein oder fehlen, an andern kommen neben ihnen auch im Innern der Bündel elastische Fasern vor.

Die Gefässhaut, *Pia mater*, umschliesst das Rückenmark und das *Ependyma* des *Filum terminale* ganz eng, tritt einerseits an der vordern und an der hintern Spalte, wo dieselbe sich findet, in Gestalt dünner Fortsätze in das Rückenmark hinein, und gibt andererseits auch den Nervenwurzeln zarte Scheiden ab. Dieselbe enthält meist gewöhnliches Bindegewebe mit gerade verlaufenden Fasern, seltener zusammenhängende Bündel, daneben ziemlich viele Kerne oft von linienförmiger Gestalt und spärliche elastische Fäserchen. Hie und da finden sich in der *Pia* goldgelbe oder braune Pigmentzellen von unregelmässig spindelförmiger Gestalt mit fein auslaufenden Enden und 90—110 μ Länge, die am Halstheile derselben durch ihre grössere Menge nicht selten eine braune, selbst schwärzliche Farbe der Haut bewirken.

2) Gehirn. Die Hüllen des Hirnes stimmen zwar im Allgemeinen mit denen des Markes überein, zeigen aber doch einige Verschiedenheiten. Die *Dura mater*, die hier aus der eigentlichen harten Haut und dem Perioste der Innenfläche der Schädelknochen besteht, welche als unmittelbare Fortsetzung der entsprechenden Häute des Rückgratcanals in der Höhe des *Atlas* mit einander verschmelzen, ist im Allgemeinen dicker, auch weisslicher als am Marke. Ihre äussere oder Periostlamelle ist weissgelblich von Farbe und rauh, sitzt den Knochen mehr oder weniger fest an, trägt die grösseren *Vasa meningea* und ist auch sonst reicher an Gefässen als die innere eigent-

liche harte Haut, mit der sie in früherer Zeit nur locker verbunden ist, und von der sie mit Ausnahme der Stellen, die die *Sinus* enthalten, auch beim Erwachsenen nicht selten noch theilweise sich trennen lässt. Die innere Lamelle ist gefässärmer, weisser, an vielen Stellen mit Sehnenglanz und an ihrer inneren Fläche ganz glatt und meist auch eben. Als Verlängerungen dieser inneren Lamelle erscheinen die Fortsätze der harten Haut, die kleine und grosse Sichel und das Kleinhirnzelt, und zwischen beiden Blättern sitzen mit wenigen Ausnahmen die Blutleiter der harten Haut. — Beide Blätter enthalten Bindegewebe von derselben Form, wie in Sehnen und Bändern, mit meist undeutlichen Bündeln und parallelem Verlaufe der Fibrillen, welche entweder auf grosse Strecken ganz gleichmässig dahinziehen oder, wie besonders an den *Sinus*, kleinere in verschiedenen Richtungen sich kreuzende, sehnige Streifen darstellen und ziemlich viel feine elastische Fasern zwischen sich enthalten. Die Innenfläche der *Dura mater* besitzt eine nach *Henle* mehrfache, nach *Luschka* doppelte Lage von pflasterförmigen Epitheliumzellen von 11—13 μ Grösse mit rundlichen oder länglichen Kernen von 4—9 μ, dagegen keine andere Bekleidung, die als vollständiges Blatt der *Arachnoidea* zu deuten wäre (vergl. *Luschka*, Seröse Häute, p. 64).

Die *Arachnoidea* des Gehirns weicht weniger durch ihren Bau als durch ihren Verlauf von derjenigen des Markes ab. Zwar findet sich auch hier nur eine einzige als Spinnwebenhaut darstellbare Lamelle, welche dem sogenannten visceralen Blatte der *Arachnoidea* der Autoren entspricht und liegt dieselbe ebenfalls der Innenfläche der *Dura mater* ganz dicht an, allein die *Arachnoidea* tritt hier in eine viel innigere Beziehung zur *Pia mater*. Statt nämlich, wie am Marke, nur durch einzelne Fasern und Blätter mit dieser vereint zu sein, ist sie am Gehirne an sehr vielen Orten, nämlich an allen *Gyri* und an den hervorspringenden Theilen der Gehirnbasis, mit derselben verklebt und selbst verwachsen, und ausserdem, wo diess nicht der Fall ist, durch viele Fortsätze mit ihr vereint. Aus diesem Grunde findet sich auch am Gehirne kein zusammenhängender Unterarachnoidealraum, sondern viele grössere und kleinere, nur zum Theil verbundene Räume. Die grösseren derselben zwischen dem *Cerebellum* und der *Medulla oblongata* und unter dem *Pons*, den Hirnstielen, der *Fossa Sylvii* u. s. w., gehen, wenigstens die ersteren, wie *Virchow* und ich finden, unmittelbar in den Arachnoidealraum am Rückenmarke über, während die kleineren, entsprechend den *Sulci*, über die die Spinnwebenhaut brückenartig herübersetzt, zum Theil wohl unter einander, aber, wenigstens die meisten, nicht mit den erwähnten grösseren Räumen zusammenhängen, wie diess von *Luschka* behauptet wird. Ausserdem enthält auch die *Arachnoidea* auf dem *Gyri*, wo sie mit der *Pia* verwachsen ist, viele kleine Räume. Mit der Auskleidung der Hirnhöhlen verbindet sich, wie schon *Henle* richtig angibt, die *Arachnoidea* nirgends. Ihr Bau ist wie beim Rückenmarke, nur sind die anastomosirenden Bündel und umspinnenden elastischen Fasern meist stärker, bis 22 μ, selbst 45 μ, und haben die erstern oft wie besondere mehr gleichartige Bindegewebshüllen, unter denen manchmal Fett- und Pigmentkörnchen abgelagert sind. — An der äussern Fläche sitzt ein Epithel, dem der *Dura mater* ganz gleich.

Die *Pia mater cerebri* ist gefässreicher, aber zarter als die des Markes und bekleidet alle Erhebungen und Vertiefungen der Oberfläche des Gehirns, wenn auch nicht sehr fest, doch ganz genau mit einziger Ausnahme der Rautengrube, über welche sie vom *Calamus scriptorius* an bis zum *Nodulus*, dem freien Rande der *Vela medullaria inferiora* und den *Flocculi* als *Tela choroidea inferior* brückenartig sich erstreckt, um dann zur Unterfläche des *Vermis inferior* und der *Tonsillae* sich umzubiegen. In das Innere des Gehirnes dringt die *Pia mater* nur an Einer Stelle ein, nämlich am Querschlitze des grossen Hirnes, wo sie, die *Vena magna Galeni* und auch die Zirbel umhüllend, unter dem *Splenium corporis callosi* eintritt, die *Tela choroidea superior* mit dem *Plexus choroideus ventriculi tertii* und, unter dem Gewölbe durchgehend, auch die Adergeflechte der seitlichen Ventrikel bildet, die zwischen dem *Crus cerebri* und dem Unterlappen mit der *Pia mater* der Hirnbasis in Verbindung stehen.

Mit Bezug auf die feineren Verhältnisse, so enthält die Gefässhaut des Gehirns so viele Gefässe, dass stellenweise das Bindegewebe, das deren Grundlage bildet, mehr in den Hintergrund tritt. Dasselbe ist selten wie am Rückenmarke deutlich faserig, meist mehr gleichartig, homogenem oder unreifem Bindegewebe sich annähernd, mit spärlichen Bindesubstanzzellen und ohne elastische Fasern. Hie und da enthält die *Pia mater* jedoch auch netzförmige Bindegewebsbündel, wie um die *Vena Galeni*, die Zirbel, die grösseren Gefässe herum und auch am *Cerebellum*. Auch spindelförmige Pigmentzellen finden sich hier wie am Marke, namentlich an der *Medulla oblongata*, und am *Pons*, aber auch weiter vorn an der Basis bis in die *Fossa Sylvii* hinein, wo ich dieselben selbst in der *Adventitia* von kleineren Arterien sah.

Diejenigen Theile der *Pia mater*, welche mit den Gehirnhöhlen in Verbindung stehen, die *Telae choroideae* und *Plexus choroidei*, weichen in ihrem Baue von den übrigen Stellen nicht ab, ausgenommen, dass sie, namentlich die *Plexus*, fast nur aus Gefässen bestehen und an ihren mit den Wänden der Hirnhöhlen nicht verwachsenen Stellen ein Epithelium besitzen. Dieses letztere besteht aus einer einfachen Lage rundlich vieleckiger Zellen von 18—22 μ Durchmesser und 6—9 μ Dicke, welche neben dem rundlichen Kerne gewöhnlich noch gelbliche Körnchen, oft in grösserer Zahl und ein oder zwei runde dunkle Fetttropfen von 2—4,5 μ Grösse enthalten. Nach *Henle* senden fast alle diese Zellen von den Winkeln gegen die Bindegewebsschicht der *Plexus* kurze, schmale und spitzzulaufende, wasserhelle Fortsätze aus, wie Stacheln, und nach *Valentin* (Physiol. 2. Aufl. 2. Th. S. 22) tragen dieselben bei Säugethieren (und beim Menschen?) auch Flimmerhaare, die von *Stannius*, *Luschka* und mir, wenigstens bei Embryonen, gesehen wurden. Unter dem Epithelium folgt eine dünne Lage gleichartig aussehenden Bindegewebes, und dann ein sehr dicker Knäuel von grösseren und kleineren Gefässen, zwischen denen kein geformtes Bindegewebe, sondern nur eine helle gleichartige Zwischensubstanz zu erkennen ist.

Alle Theile der Gehirnhöhlen, die nicht mit den Fortsetzungen der *Pia mater* in Verbindung stehen, d. h. der Boden des vierten Ventrikels, der *Aquaeductus Sylvii*, der Boden und die Seitenwände des dritten Ventrikels, der *Ventriculus septi pellucidi* und seine Fortsetzung unter dem Balken nach rückwärts (6. Ventrikel von *Strambio*), die Decke der Seitenventrikel, das vordere und hintere Horn und ein guter Theil des absteigenden Hornes, der Canal im Marke und bei Embryonen auch die Höhlung im Riechkolben und dem hintern Lappen der *Hypophysis* haben eine Bekleidung für sich, das sogenannte *Ependyma ventriculorum* (Fig. 207). Dasselbe ist ein einfaches Pflasterepithelium, stellenweise, wie im *Aquaeductus Sylvii* (*Gerlach*) und vielleicht noch an andern Orten, ein Cylinderepithel, das nach *Purkyně* und *Valentin* (*Müll.* Arch. 1836; *Val.* Repert. 1836, p. 156) flimmert, was wir (Würzb. Verh. V.) an einem Hingerichteten wenigstens für das hintere Ende der Rautengrube. ich auch für den Seitenventrikel, und *Luschka* für alle Hirnhöhlen von Neugebornen und hie und da auch für den Erwachsenen bestätigen konnten, ebenso *Gerlach* für den *Aquaeductus Sylvii* in allen Altern. Bei ganz regelrechten Verhältnissen sitzt das Epithel wenigstens an vielen Orten so zu sagen unmittelbar der Nervensubstanz auf, doch entwickelt sich so häufig, namentlich am *Fornix*, der *Stria cornea*, dem *Septum pellucidum*, unter demselben eine streifige Schicht Bindesubstanz



Fig. 207.

Fig. 207. *Ependyma* des Menschen. *A*. Vom *Corpus striatum*. 1. Von der Fläche, 2. von der Seite, *a*. Epithelzellen, *b*. Nervenfasern, die darunter liegen. *B*. Epithelzellen von der *Commissura mollis*. 350mal vergr.

von 22—110 μ Mächtigkeit, dass man mit *Virchow* dieses Vorkommen in einem gewissen Alter fast als beständig ansehen kann. *Gerlach* fand die fragliche Schicht am *Aquaeductus* schon bei Kindern und sah in derselben auch sternförmige Zellen wie Bindegewebskörperchen, mit denen die Epithelzellen durch lange Ausläufer sich verbanden (l. i. c. Tab. VI). — Das Epithelium zeigt im dritten Ventrikel grosse Zellen von 18—26 μ mit Pigmentkörnchen und Pigmenthaufen neben dem 6,7 μ grossen Kerne; in den Seitenventrikeln sind die Zellen nur 11—16 μ gross, aber fast eben so dick als breit, mit rundlichen Kernen und ziemlich viel gelblichen, meist in der Tiefe angehäuften Körnchen. — Die Oeffnung, durch welche *Luschka*, wie *Magendie*, den vierten Ventrikel mit dem Subarachnoidealraume zusammenhängen lässt, halte ich nicht für natürlich.

Die Blutgefässe der beschriebenen Hüllen verhalten sich sehr verschieden. In der *Dura mater* des Markes finden sich, wenn man von der äusseren Fläche derselben und vielen sie durchbohrenden Arterien und Venen des Markes absieht, sehr wenig Gefässe und verhält sich dieselbe in dieser Beziehung wie eine Muskelbinde oder Sehnenhaut. Dagegen kommen hier zwischen *Dura* und *Periost* des Wirbelcanals die bekannten Venenplexus und auch feinere Verästelungen im Fettgewebe vor, die keiner weiteren Beschreibung bedürfen. Am Schädel dagegen ist die gesammte *Dura* gefässreich, vor Allem ihre äussere, einem *Periost* entsprechende Lage, welche theils für ihren eigenen Bedarf, theils für die Schädelknochen, denen sie viele Aeste abgibt, die *Arteriae meningeae* trägt und durch ihre Venen auch einen Theil des Blutes der Knochen ableitet. Ausserdem ist die *Dura* hier auch der Sitz der Venensinus, einfacher, in ihr ausgegrabener, von einem Epithel bekleideter Bluträume, von denen die meisten offenbar zwischen der Periostlamelle und der eigentlichen harten Haut sitzen, und so auch durch ihre Lage den *Plexus venosi spinales* entsprechen. Die *Arachnoidea* besitzt weder am Marke noch am Gehirne eigene Gefässe (cf. *Luschka* l. c. p. 71), wogegen die *Pia mater* an beiden Orten nicht nur die reichlichsten Vertheilungen der Gefässe der Nervensubstanz selbst trägt, sondern auch eigene, ziemlich zahlreiche Capillarnetze führt. In gewissen Theilen der *Pia*, nämlich in den Gefässplexus, sitzt die Gesammtausbreitung der Gefässe in der Haut selbst und sind die in die Nervensubstanz eindringenden Aeste von untergeordnetem Belange.

Die Häute des centralen Nervensystems besitzen zum Theil wenigstens auch Nerven. In der *Dura mater* des Gehirns verlaufen die einen in der Periostlamelle der Haut, so ziemlich dem Verlaufe der *Art. meningeae* folgend, und sind besonders deutlich an der *Art. meningea media*, die einmal von Ausläufern der *Nervi molles* und dann von einem besonderen, von *Arnold* zuerst gesehenen Nerven (*N. spinosus Luschka*), der nach *Luschka* (l. c.) aus dem dritten Aste des *Trigeminus* stammt, begleitet ist, von denen die ersteren mit den Gefässen sich ausbreiten, der letztere vorzüglich für die Knochen bestimmt zu sein scheint. Ausserdem sah *Purkyně* auch an den vorderen und hinteren *Arteriae meningeae* Nerven, und beschrieb *Arnold* schon vor längerer Zeit den bekannten *N. tentorii cerebelli* aus dem *Quintus*, der, wie besonders *Pappenheim* und *Luschka* (l. c.) zeigten, zu den grösseren Blutleitern der *Dura mater* geht. Die Elemente dieses weiss aussehenden Nerven und des *Nervus spinosus Luschka* sind die des *Trigeminus*, die der andern feine Fasern und zeigen dieselben an beiden Orten Theilungen. Später beschrieb *Arnold (Icon nerv. capitis* Ed. 2) noch einen Nerven zur *Arteria meningea media* von *Maxillaris superior quinti* und einen *R. recurrens N. vagi* zum *Sinus transversus* und *occipitalis*, ferner *Luschka* und *Rüdinger* einen vom *Hypoglossus* im *Canalis hypoglossi* abgehenden *N. meningeus posterior*. — In der *Dura* des Markes war es mir, ebenso wie *Purkyně*, unmöglich, Nerven zu finden, in welcher Beziehung jedoch *Rüdinger* andere Ergebnisse erhalten hat, indem er hier sowohl selbständige als den Gefässen folgende Nerven wahrnahm. In reichlicher Menge trifft man dagegen, wie schon früher erwähnt, Nerven in dem Perioste des Wirbelcanals und an den zu den Wirbeln und zu dem

Marke gehenden Arterien, ferner auch an den Blutleitern und dem lockeren Fettgewebe des Wirbelcanals, deren genaueres Verhalten bei *Luschka* und *Rüdinger* nachzusehen ist.

In der Spinnwebenhaut selbst habe ich nie Nerven gesehen, wohl aber an den sie durchsetzenden Gefässen und in den Balken, welche von ihr zur *Pia* abgehen, namentlich an der Hirnbasis, zu denen mir auch die von *Luschka* (Seröse Häute pg. 70) gesehenen Nerven, trotz der wahrgenommenen Theilungen, zu gehören scheinen. *Bochdalek* beschreibt auch (l. i. c.) Nerven der *Arachnoidea cerebri* vom *Accessorius*, der *Portio minor trigemini* und dem *Facialis*, ist jedoch den Beweis schuldig geblieben, dass dieselben in der *Arachnoidea* enden. Wenn derselbe Forscher auch in der *Arachnoidea* an der *Cauda equina* äussert viele Nerven findet, so verfällt er in denselben Fehler, den schon früher *Rainey* beging, dass er Bindegewebe in der selteneren Gestalt von Netzen für Nerven hält. Ich kenne auch in der *Cauda equina* nur am *Filum terminale* und im Begleite der Gefässe Nerven, sonst nirgends, auch in der *Dura mater* nicht, zu der sie *Bochdalek* ebenfalls verfolgt haben will.

Die von *Purkyně* beim Rinde entdeckten Nerven der *Pia mater* finden sich auch beim Menschen, bei dem die *Pia mater* des Markes bis in das *Filum terminale* hinein sehr reich an Netzen feiner Nerven von 3,3—6,7 μ ist, z. Theil., aber nicht ausschliesslich, den Gefässen folgen und mit diesen auch in das Rückenmark eintreten (s. oben). An der Hirnbasis finden sich an den Arterien des *Circulus Willisii* viele ähnliche Geflechte, welche mit Stämmchen von höchstens 67 μ mit den verschiedenen Arterien, mit Ausnahme derer des *Cerebellum*, immer dem Verlaufe desselben folgend, durch die ganze *Pia* des Gehirns sich ausbreiten, jedoch in ihren Enden nirgends sich erkennen lassen; doch verfolgte ich dieselben bis zu Arterien von 90 μ und darunter in die Substanz des Gehirns hinein. Sicher ist, dass in den Gefässplexus keine Nerven sich finden; ob an der *Vena Galeni*, habe ich noch nicht erforscht. Den Ursprung dieser Nerven hat *Remak* aufgefunden, nämlich die hinteren Wurzeln, welche, wie ich selbst mich vergewisserte, je von den einander zunächst gelegenen Fasern aus an vielen Orten, wie mir schien häufiger am Halstheile des Markes, feine Fäserchen durch den Subarachnoidealraum an die *Pia* senden. Ausserdem gelangen nach *Rüdinger* auch von den *Nervi sinu-vertebrales*, die aus den sensiblen Wurzeln und sympatischen Aesten sich zusammensetzen, Ausläufer zur *Pia*. Auch am Gehirne scheinen neben dem *Sympathicus* (*Plexus caroticus internus*, *Plexus vertebralis)* auch die Hirnnerven an der Versorgung der *Pia* sich zu betheiligen, indem auch *Bochdalek* von den Wurzeln vieler Hirnnerven viele feine Zweige, von demselben Baue wie die Wurzeln selbst, an die Nervenplexus der Arterien der Hirnbasis und der *Pia mater* dieser Gegend und des *Cerebellum*, auch an den *Plexus choroideus Vent. IV.* (?) treten sah. *Bochdalek* gibt auch an, dass einzelne feine Fädchen direct aus dem verlängerten Marke, dem *Pons*, den *Crura cerebri* an die *Pia* treten, ohne sich vorher an die benachbarten Nervenstämme anzuschliessen. (Ueber die Angaben von *Lenhossek* siehe §. 109. Anm.).

B. Gefässe des centralen Nervensystems. Gehirn und Mark stimmen in Bezug auf die Verbreitung und Beschaffenheit der Blutgefässe fast ganz überein. Nachdem die Arterien in der *Pia* bedeutend sich verzweigt haben, dringen sie mit wenigen Ausnahmen (*Substantiae perforatae*, *Pons*) als feine, jedoch non deutlich arterielle Gefässchen in die Nervensubstanz und lösen sich unter fortgesetzter meist spitzwinkliger Verästelung in ein ziemlich weitmaschiges Netz sehr feiner Capillaren auf, aus dem dann die Venenwurzeln entspringen und sowohl an der Oberfläche als im Innern zu den bekannten Stämmen sich sammeln (Fig. 208). Die graue Substanz ist ohne Ausnahme bedeutend gefässreicher als die weisse (nach *Ekker* enthält das *Corp. striatum* am meisten Gefässe), mit engeren Maschen und etwas engeren Gefässen, und verdankt diesem Verhältnisse zum Theil ihre Farbe. Die Stellung der eintretenden Stämmchen ist am Rückenmarke zum Theil sehr regelmässig in Reihen.

Zwei solche finden sich im Grunde der vorderen Spalte, die aus dem Fortsatze der *Pia* rechts und links in die graue Substanz eintreten, eine dritte entsprechend der hinteren Furche. Ausserdem finden sich noch viele andere im ganzen Umkreise des Rückenmarkes eintretende feinere Gefässchen, welche vor Allem die weisse Substanz versorgen, während die graue Lage besonders von der *Art. medullae spinalis anterior* versehen wird. Uebrigens dringen Aest-

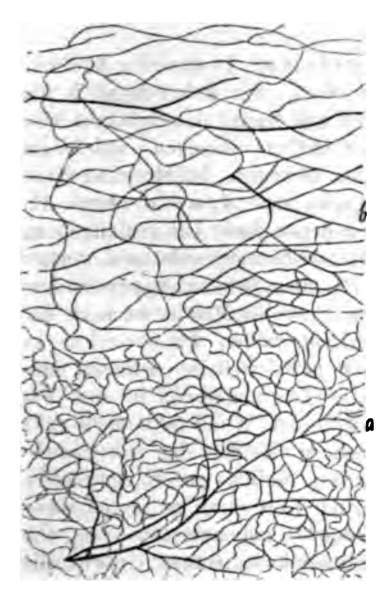


Fig. 208.

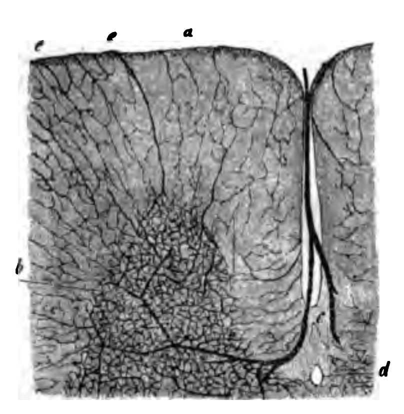
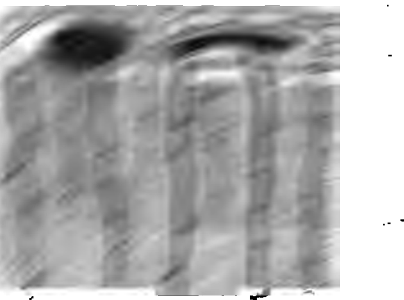


Fig. 209.

chen der letztern Arterie auch von innen nach aussen in die weissen Stränge und hängen überhaupt die Capillarnetze beider Substanzen mit einander zusammen, welche auch hier in der grauen Mitte viel dichter sind und oft wie einzelne grosse Nervenzellen besonders umspinnen (*Schröder*, *Goll*). Von den Venen sind die von *Clarke* gezeichneten und von *Lenhossek* genauer beschriebenen zwei Centralvenen neben dem Centralcanale bemerkenswerth. Nach *L.* gehen dieselben am *Filum terminale* und der *Medulla oblongata* allmählich in acht kleinere Venen über und stehen durch zahlreiche Aeste mit den äussern Venen in Verbindung. Am Gehirne finden sich sehr zierliche gleichlaufende Gefässe in der grauen Substanz des *Cerebellum*, von der *Gerlach* und *Oegg* gezeigt haben, dass die Körnerschicht mit Inbegriff der grossen Zellen etwas reicher an Gefässen ist als die äussere rein graue Lage, minder deutliche im grossen Hirn, mit Ausnahme des *Thalamus*, und in den übrigen Theilen. Der Bau der Gefässe ist im Allgemeinen wie anderwärts. Die Arterien dringen noch mit drei Häuten versehen in die Nervensubstanz ein, doch ist die *Adventitia* eine zwar feste, aber dünne, scheinbar ganz gleichartige Haut und durch einen freien Raum (s. unten) von der *Media* getrennt. Die *Media* ist rein musculös und die *Intima* nur aus einer sehr zierlichen elastischen Haut mit Lücken und ausgezeichneten spindelförmigen Epithelzellen gebildet. Nach und nach geht eine dieser Schichten nach der andern verloren, bis vor den Capillaren nur noch die *Adventitia*, spärliche, querstehende, längliche Zellen mit queren Kernen und ein Epithel da ist, an welche Gefässe dann bald Capillaren von gewöhnlichem Bau, zum Theil von grosser Feinheit

Fig. 208. Gefässe der Hirnsubstanz des Schafes nach einer *Gerlach*'schen Einspritzung, *a.* der grauen, *b.* der weissen Substanz.

Fig. 209. Ein Theil eines Querschnittes des eingespritzten Rückenmarkes der Katze, nach einem Präparate von *Thiersch*. Vergr. 18. *a.* Vorderstrang, *b.* graues Vorderhorn, *c.* Aeste der *Art. medullae spinalis anterior*, *d.* Centralcanal, *ee.* Arterien, die in der Gegend der vordern Wurzeln von aussen eindringen.



von der Hirnbasis bis zum Ende des Sackes der *Dura mater medullae* sich erstreckt, leicht zu erhalten. Dieselbe scheint als Hauptbedeutung die zu haben, eine freiere Bewegung des centralen Nervensystems zu bewirken und als Regler bei verschiedenen Füllungszuständen des Gefässsystems zu wirken.

Luschka beschreibt auch an der Innenseite der *Arachnoidea*, d. h. des visceralen Blattes der Autoren, so wie an den Stellen der *Pia mater*, die durch grössere Lücken von der *Arachnoidea* getrennt sind, sowohl am Rückenmarke als am Gehirne ein Epithel.

Nach *Goll* sind die Capillarnetze der weissen Substanz des Markes am engsten in den Hintersträngen, vor Allem in den Keilsträngen, am weitesten in den Vordersträngen. In der grauen Substanz zeigen die Stellen, wo Zellengruppen liegen, die engsten Maschen.

Im Folgenden mögen noch einige pathologische Zustände erwähnt werden. Das *Ependyma ventriculorum* hat nicht bloss, wie oben schon berührt, fast beständig stellenweise eine faserige, dünnere Unterlage, sondern ist häufig besonders bei Wassersucht der Höhlen und im Alter, durch eine solche ungemein verdickt. In beiden Fällen enthält es ohne Ausnahme, von *Purkyně* zuerst erwähnte, Amylonkörnchen ähnliche, runde oder biscuitförmige, gelbliche Körper mit ringförmiger Streifung, die, wie *Virchow* seiner Zeit entdeckte (in s. Arch. VI. p. 135, 268, 416), durch Iod bläulich, durch Iod und Schwefelsäure violett sich färben, durch welche Reaction sie dem Amylum und der Cellulose verwandt erscheinen. Ich finde diese offenbar pathologischen *Corpuscula amylacea* (Fig. 211), die man mit *Virchow* Amyloidkörperchen nennen könnte, fast ausnahmslos am *Fornix*, der *Stria cornea* und dem *Septum pellucidum*, aber auch anderwärts in den Wänden der Hirnhöhlen, ausserdem in der Rinde des Gehirns, in der Marksubstanz des Markes, im *Filum terminale*, in der *Retina*, in der Schnecke des Menschen, an den ersten Orten oft in unglaublicher Menge eines dicht am andern in dem neugebildeten Bindegewebe oder zwischen den Nervenelementen. *Virchow* sah sie auch im Ependymfaden des Markes, im *Olfactorius*, *Acusticus* und *Opticus*, dann, freilich ohne ringförmige Streifung, in der sogenannten Wachsmilz, in der sie aus den Zellen des Parenchyms oder den *Malpighi*'schen Körpern sich zu bilden scheinen, *Luschka* im *Ganglion Gasseri* und Marke der Hemisphären. — In den *Plexus choroidei*, in der Zirbel, hie und da in der *Pia mater* und *Arachnoidea* (auch im Marke) und, obschon selten, auch in den Wänden der Ventrikel findet sich ferner als beständige, jedoch pathologische Bildung der Hirnsand. Derselbe besteht aus rundlichen, einfachen oder maulbeerförmig verbundenen, dunklen, meist ringförmig gestreiften Kugeln von 11—110 μ und mehr und daneben aus rundlich eckigen Massen von Tropfstein-, Keulen- oder anderweitig unregelmässiger Gestalt, mit unebener, hügeliger, muscheliger Oberfläche, auch wohl in Form von einfachen, verästelten oder netzförmig verbundenen, cylindrischen, starren Fasern und von feiner Punctmasse. Der Hirnsand enthält vorzüglich kohlensauren Kalk, aber auch phosphorsauren Kalk und Bittererde und eine organische Substanz, die nach dem Ausziehen der Salze meist vollkommen in der Gestalt der Concretion, z. B. als ein concentrisch schaliger, blasser Körper oder als helle Faser zurückbleibt. Es ist ganz sicher, dass dieser Hirnsand, wenn er in länglichen, verästelten, netzförmigen Massen auftritt, einfach in den Bindegewebsbündeln sich entwickelt (Fig. 211), so in der Zirbel nicht selten und in den Hirnhäuten; in andern Fällen scheint derselbe eine Verkalkung von Faserstoffgerinseln zu sein. Mit Kalkablagerungen versehene Zellen, wie sie *Remak* (*Obs.*, p. 26) annahm, konnte *Harless* nicht finden (*Müll.* Arch. 1845. p. 354), dagegen sah *Häckel* als Kerne der Kalkkörper kernhaltige Zellen, Haufen geschrumpfter Blutzellen und selten *Corpuscula amylacea*. — Endlich mögen auch noch die Pacchionischen Granulationen und die Ossificationen der Hirnhäute erwähnt werden.



Fig. 211.

Fig. 211. 1. Hirnsand aus der *Glandula pinealis* in Bindegewebsbündeln. 2. *Corpuscula amylacea* aus dem *Ependyma* des Menschen, 350mal vergr.

Erstere, die besonders zu beiden Seiten der *Fissura cerebri*, an den *Flocculi*, in den *Plexus choroidei* u. s. w. sitzen und nach *Luschka* bei geringer Entwickelung regelrecht sind, daher er sie Arachnoidealzotten nennt, gehen nach *L. Meyer* ursprünglich von der *Arachnoidea*, d. h. dem visceralen Blatte der Autoren, aus, können aber nachträglich die *Dura* durchbohren. Sie bestehen vorzüglich aus einer derben faserigen Masse, wie unreifes Bindegewebe, und enthalten auch Bindegewebskörperchen, Hirnsand und *Corpuscula amylacea*. Letztere, wahre Knochenplättchen, finden sich theils an der Innenfläche der *Dura* des Gehirns, theils an der *Arachnoidea*, namentlich der *Cauda equina*.

Peripherisches Nervensystem.

§. 117.

Rückenmarksnerven. Die vom Marke abstammenden 31 Nervenpaare entspringen mit wenigen Ausnahmen mit vorderen und hinteren Wurzeln. Diese erhalten eine zarte Bekleidung von der *Pia mater*, setzen durch den Subarachnoidealraum und durchbohren dann, jede für sich, auch die *Arachnoidea* und *Dura mater*, welche letztere ihnen eine festere Hülle abgibt. Im weiteren Verlaufe bildet die hintere Wurzel ihr Ganglion dadurch, dass um ihre Nervenfasern herum und auch zwischen dieselben Ganglienzellen sich anlagern, welche allem Anscheine nach Alle besonderen Nervenröhren, den Ganglienfasern der Rückenmarksnerven als Ursprung dienen, die, meist je von einer Zelle entspringend, mit den durch das Ganglion nur hindurchtretenden Fasern der hinteren Wurzel nichts weiter gemein haben, als dass sie in ihrem ohne Ausnahme peripherischen Verlaufe an dieselben sich anlegen und mit ihnen sich mischen. Die motorische Wurzel nimmt niemals Ganglienzellen auf, sondern geht an dem Ganglion, demselben mehr oder weniger anliegend, nur vorbei. Unterhalb des Ganglion vereinen sich beide Wurzeln so, dass ihre Elemente sehr innig sich mischen und ein gemeinsamer Nervenstamm gebildet wird, der in allen seinen Theilen sensible und motorische Elemente führt. Derselbe verbindet sich gewöhnlich mit den benachbarten höheren und tieferen Nerven zur Bildung der bekannten Nervenplexus und entsendet dann schliesslich seine Endäste in die Muskeln, die Haut, an die Gefässe des Rumpfes und der Extremitäten, an die Gelenkkapseln, Sehnen und in die Knochen. Wie bei den Wurzeln, so zeigt sich auch bei den Aesten des gemeinschaftlichen Stammes, dass die motorischen vorzüglich dicke, die für die Haut und die andern genannten Organe bestimmten mehr feine Röhren führen, doch werden schliesslich in den Endausbreitungen alle Röhren gleichmässig fein. Die Nervenfasern aller Rückenmarksnerven verlaufen, wie es scheint, in den Stämmen und Aesten ganz für sich und ohne sich zu theilen, in den Endausbreitungen dagegen kommen sehr häufig Theilungen und, wenigstens in gewissen Organen (Haut, Schleimhäute, elektrische Organe), auch netzförmige Verbindungen vor. Die Endigung selbst findet theils mit solchen Netzen, theils mit freien Ausläufern, immer aber mit blassen marklosen Fasern statt.

An dem ersten und den letzten Nerven lässt sich hie und da nur Eine Wurzel, dort die motorische und hier die sensible erkennen. Die Durchmesser aller vorderen und hinteren Wurzeln der linken Seite einer männlichen und weiblichen Leiche habe ich mitgetheilt in den Verh. d. Würzb. ph. m. Ges. 1850, Heft II, die aus denselben berechneten Querschnitte finden sich in meiner Mikr. Anat. §. 116. Aehnliche Angaben hat auch *Stilling* in seinem grossen Werke über das Mark. — Die Wurzeln besitzen ein zartes Neurilem, das von der *Pia* abstammt, wie diese gebaut ist und sowohl eine äussere Hülle derselben von 4,5 μ Durchmesser als innere zarte Scheidewände der einzelnen Nervenbündel bildet. — Häufig verbinden sich die benachbarten Wurzeln und zwar ist diess bei den sensibeln viel gewöhnlicher und namentlich an den Halsnerven beim Menschen ausnahmslos bei dem einen oder andern Nerven zu finden.

In Betreff der Durchmesser der Fasern der Spinalnervenwurzeln meldet *Reissner* nach neuen Untersuchungen, dass die grössere Menge von feinen Fasern keine allgemeine Eigenschaft der hintern Wurzeln sei, indem die vordern Wurzeln der *Nervi dorsales* in dieser Beziehung ganz mit denselben übereinstimmen. Die feinen Fasern liegen, wo sie häufiger sind, meist in Bündeln, seltener vereinzelt; wo sie spärlich sind, wie in den meisten vordern Wurzeln, finden sie sich nur vereinzelt. Die von *Reissner* gefundenen Zahlen für die Breiten der Fasern haben weniger Werth, da die Messungen nur an sehr veränderten Nervenfasern angestellt wurden.

§. 118.

Der Bau der Spinalganglien ist bei Säugethieren schwer zu erforschen, doch glaube ich Folgendes mit Bestimmtheit über dieselben angeben zu können. Die sensiblen Wurzeln treten, soviel ich bisher habe ermitteln können, in keinen Zusammenhang mit den Ganglienkugeln in dem Ganglion, ziehen vielmehr als ein oder in grossen Ganglien mehrere, selbst viele und dann verflochtene Bündel einfach durch dieselben hindurch, um unterhalb des Knotens wieder zu einem Stamme sich zu sammeln, der dann gleich mit der motorischen Wurzel sich vermischt. Die Ganglienkugeln selbst stehen, wie es scheint, die meisten mit Nervenfasern in Verbindung, entweder so, dass nur Eine Nervenfaser von ihnen abtritt oder indem sie zwei solchen oder sehr selten noch mehreren den Ursprung geben. Diese Fasern, die ich Ganglienfasern nenne, gehen in überwiegender Mehrzahl, vielleicht alle peripherisch, schliessen sich an die durchtretenden Wurzelfasern an und verstärken dieselben, so dass mithin jedes Ganglion als Quelle neuer Nervenfasern anzusehen ist.

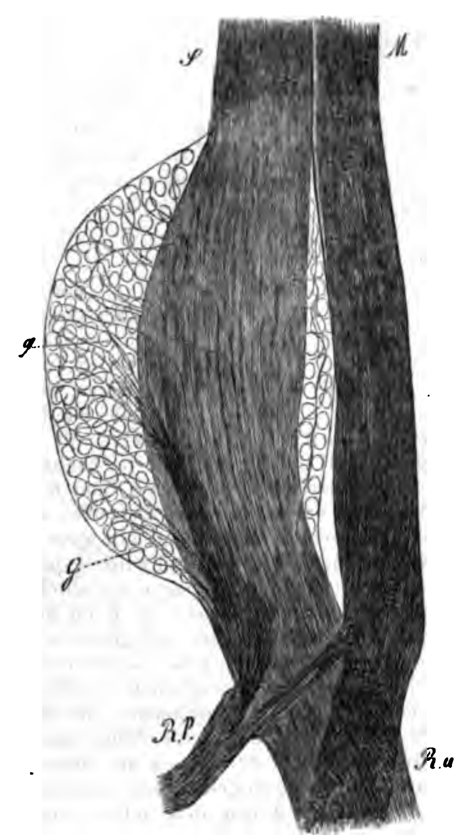


Fig. 212.

Zur Untersuchung der Spinalknoten wählt man die des *Sacralis V.* und *Coccygeus* des Menschen und die kleiner Säugethiere, die man theils zerzupft, theils ganz unter Anwendung von Essigsäure und vor Allem verdünntem Natron untersucht. — Die Fasern der Nervenwurzeln zeigen, indem sie durch die Ganglien hindurchsetzen, durchaus nichts Eigenthümliches, nämlich keine Veränderung im Durchmesser; auch Theilungen sah ich durchaus keine und glaube mit Bestimmtheit behaupten zu können, dass solche, wenn überhaupt vorhanden, auf jeden Fall sehr selten sind, da ich, obschon ich besonders nach ihnen forschte und bei Säugethieren viele Nervenfasern durch ganze Ganglien hindurch verfolgen konnte, doch nichts von ihnen bemerkte.

Fig. 212. Ein *Ganglion lumbale* eines jungen Hundes mit Natron behandelt und 45mal vergr. *S.* Sensible Wurzel, *M.* motorische Wurzel, *R. a.* vorderer Ast des Rückenmarksnerven, *R. p.* hinterer Ast; bei beiden ist ihre Zusammensetzung aus beiden Wurzeln deutlich, *G.* Ganglion mit den Zellen und den Ganglienfasern, die die durchtretende sensible Wurzel verstärken helfen.

Die Hauptbestandtheile der Spinalganglien, die Ganglienkugeln oder Ganglienzellen (Figg. 213 u. 214), folgen dem allgemeinen Typus dieser Elemente (siehe §. 106) und messen hier von 26—80 μ, selbst 90 μ, in der Mehrzahl 45—67 μ. Der Inhalt ist durchweg feinkörnig und nicht selten in der Nähe des Kernes mit einer im Alter zunehmenden Ansammlung von gelben oder gelbbraunen grösseren Pigmentkörnern versehen, denen vorzüglich die Ganglien ihre gelbe Farbe verdanken. Die Kerne messen 9—18 μ, die Nucleoli 1,8—4,5 μ. Diese Ganglienzellen nun finden sich in den Spinalganglien einmal in grösserer Menge an der Oberfläche der Knoten zwischen dem Neurilem und den durchsetzenden Wurzelfasern und, wenigstens beim Menschen, auch in dem Innern derselben, wo sie nesterartig die Räume des Nervenröhrenplexus erfüllen und jede einzelne Zelle durch ein besonderes umhüllendes Gewebe (siehe oben St. 250, 251) in ihrer Lage erhalten und von ihren Nachbarn und den Nervenröhren getrennt wird.

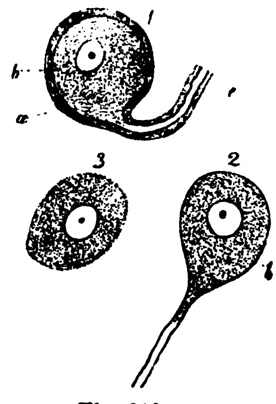
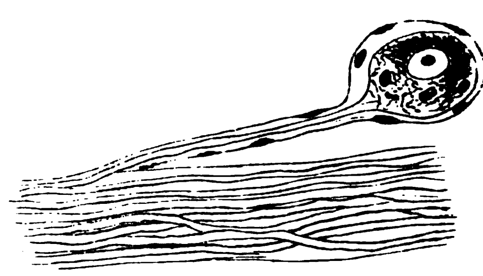


Fig. 213.


Fig. 214.

Von weitaus den meisten Ganglienzellen gehen beim Menschen und bei den Säugethieren blasse Fortsätze von 3,3—5,6 μ Breite aus, ganz entsprechend denen der centralen Zellen, jedoch mit einer besonderen kernhaltigen Hülle, der Fortsetzung der Scheide der Zellen, versehen, die, wie ich im J. 1844 auffand (Selbst. und Abh. des symp. Nerv. Zürich 1844, S. 22), je einer in eine dunkelrandige Nervenröhre sich fortsetzen (Figg. 213, 214). Die von mir beobachteten Zellen waren nur mit Einem Fortsatze versehen, sogenannte unipolare, und ich glaubte zuerst, dass nur solche in den Spinalknoten sich finden. Nun ergeben aber neuere Erfahrungen, namentlich von *Stannius*, dass in denselben auch Zellen mit zwei Fortsätzen, von denen selbst einer nochmals sich theilen kann, vorkommen und wird es daher neuer ausgedehnter Untersuchungen bedürfen, um zu ermitteln, wie die Sache eigentlich sich verhält. Schon jetzt glaube ich jedoch Folgendes bemerken zu müssen. 1) Beim Menschen und bei Säugethieren habe ich unipolare Zellen sicher nachgewiesen und glaube auch aussagen zu dürfen, dass dieselben sehr zahlreich sind. 2) Auch ich habe, obschon seltener, Zellen mit zwei, ja selbst mit drei und vier blassen Fortsätzen gesehen (Fig. 215), und will ich gern die Möglichkeit zugeben, dass solche Zellen häufiger vorkommen, da es sicher ist, dass bei dem verhältnissmässig rohen Verfahren, dessen man sich bedienen muss, um die Zellen darzustellen, viele Fortsätze abreissen. 3) Wenn *Stannius* bei einem menschlichen und einem Kalbsfötus, neben unipolaren und apolaren Zellen, bei letzterem zahlreiche bipolare gesehen hat, so ist zu fragen, ob die letzteren Zellen nicht solche waren, die später sich theilen — da Theilungen der Zellen der Ganglien unzweifelhaft vorkommen (siehe unten) — und hierdurch zu uni-

Fig. 213. Ganglienkugeln aus dem *Ganglion Gasseri* der Katze, 350mal vergr. 1. Zelle mit kurzem, blassem Fortsatze mit einem Faserursprunge, *a*. Bindegewebige Scheide der Zelle und Nervenröhre mit Kernen, *b*. Ganglienkugel. 2. Zelle mit einem Faserursprunge ohne bindegewebige Scheide, *b*. scharfe Begrenzung der Ganglienkugel, die früher als der Ausdruck einer besondern Membran gehalten wurde, 3. Scheinbar apolare Ganglienkugel, durch Präparation ihrer Scheide beraubt.

Fig. 214. Aestchen des *Nervus coccygeus* innerhalb der *Dura mater*, mit einer ansitzenden gestielten Ganglienkugel in ihrer kernhaltigen Scheide, bei der ein Faserabgang sehr deutlich ist, 350mal vergr. Vom Menschen.

polaren werden. 4) Wenn die Zellen Eine einzige Faser abgeben, so geht dieselbe wie es scheint immer nach der Peripherie; treten zwei und mehr Fasern ab, so ist der weitere Verlauf der Fasern wahrscheinlich nicht überall derselbe. Da bei höheren Wirbelthieren die austretenden Stämme der Ganglien stärker sind als die eintretenden so spricht die grössere Wahrscheinlichkeit dafür, dass auch in diesem Falle die Fasern, die auch nie an entgegengesetzten Enden der Zellen, sondern nahe beisammen liegen, peripherisch verlaufen, doch scheint auch ein Abtreten nach zwei Richtungen vorzukommen (siehe *Bidder* Verh. d. Gangl. z. d. Nervenfasern Taf. II. Fig. 14), womit jedoch immer noch nicht gesagt ist, dass bei einem solchen Verhalten die eine Faser nach dem Centrum geht und die andere nach der Peripherie. 5) Von einer baumförmigen Verästelung der Fortsätze der Ganglienzellen der Cerebrospinalnerven, wie sie an den bipolaren und multipolaren Zellen der grossen Centralorgane sich findet, ist nichts bekannt, vielmehr scheinen alle diese Fortsätze ungetheilt, oder in seltenen Fällen nach einfacher Zweitheilung in dunkelrandige Nervenfasern überzugehen. 6) Ob in den Spinalganglien auch Zellen ohne Fortsätze vorkommen, ist schwer zu entscheiden, da die Fortsätze ungemein leicht abreissen und verstümmelte Zellen sehr leicht für apolare genommen werden können. In kleinen Ganglien von Säugern kann man zu jeder Zelle Eine Faser verfolgen, dagegen zeigen sich in den kleinsten *Ganglia spinalia* des Menschen und an den unbeständigen Knötchen der hintern Wurzeln (s. d. folg.) nicht selten Zellen, zu denen keine Faser herantritt, und daher möchte ich mich vorläufig nur dahin aussprechen, dass auf jeden Fall von der Mehrzahl der Zellen Fasern entspringen (siehe oben S. 255). Zur Untersuchung aller dieser Verhältnisse wählt man beim Menschen entweder die grösseren Knoten, welche man sorgfältig zerfasert, bis man einen Faserursprung findet, was bei einiger Uebung doch fast in jedem Ganglion gelingt, oder man hält sich an die kleineren Ganglien des *Sacralis V.* und *Coccygeus.* In diesen trifft man fast in jeder Leiche einzelne, ganz für sich neben den Ganglien oder in der Nähe derselben befindliche gestielte Ganglienkugeln, jede in ihrer besonderen, hier gleichartig aussehenden Scheide (Fig. 214) und erkennt in vielen Fällen ausnehmend deutlich die im Stiele der Kugel liegende, einfache, dunkle Nervenfaser und häufig auch deren Zusammenhang durch einen blassen Fortsatz mit der Zelle. Auch die *Ganglia aberrantia* (*Hyrtl*), d. h. unbeständige, grössere oder kleinere, in jeder Leiche vorkommende Ansammlungen von Ganglienkugeln an den hinteren Wurzeln der grösseren Nerven, lassen hie und da einfache Faserursprünge bestimmt erkennen. — Die von den Ganglienzellen entspringenden dunkelrandigen Fasern bilden einfach die Fortsetzung der blassen Ausläufer der Zellen, so dass die Scheide und der Inhalt beider Theile unmittelbar in einander übergehen und somit auch die Scheide und der Inhalt der Zelle mit der Scheide der Nervenröhren und der Markscheide sammt dem Axencylinder verbunden sind. An älteren Ganglienkugeln oder nach Einwirkung von Reagentien (arseniger Säure, Chromsäure, Iod), löst sich der Inhalt der Zellen von der Scheide und erscheint der Axencylinder als unmittelbare Fortsetzung des ersteren (Fig. 216), wie zuerst *Harting* gezeigt hat (vergl. auch *Stannius* in Gött. Anz. 1850 und *Leydig* l. c. Tab. I. Fig. 9), wodurch am besten gezeigt wird, dass der Inhalt der Ganglienkugeln nicht als in einer erweiterten Nervenröhre liegend aufgefasst werden kann. Die entspringenden Nervenröhren oder Ganglienfasern, die oft bogenförmig oder in mehreren kreisförmigen Windungen die Zellen umgeben, sind anfangs fein, von 3,3—5,6 μ, bleiben jedoch nicht so, wie ich früher glaubte, als ich nur ihren Ursprung kannte, sondern nehmen, wie man sehr leicht an vielen Fasern unmittelbar beobachten kann, sehr bald, schon innerhalb des Ganglion, Alle bis zu 6 μ und 9 μ, manche selbst bis zu 11—13 μ an Dicke zu, werden mithin zu mitteldicken und dicken Nervenröhren.

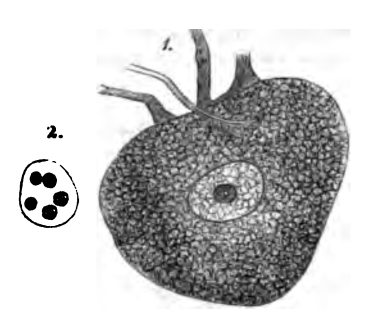


Fig. 215.

Fig. 215. Aus dem *Ganglion Gasseri* des Kalbes. Vergr. 570. 1. Eine Ganglienzelle mit 4 blassen Fortsätzen. 2. Ein Kern einer Ganglienzelle isolirt mit 5 Nucleoli.

Meine eben gegebene Schilderung von dem Verhalten der Spinalganglien der Säugethiere und des Menschen weicht sehr erheblich von dem ab, was *Bidder-Reichert*, *R. Wagner* und *Robin* im Jahre 1847 bei Fischen gefunden haben. Der Hauptunterschied liegt darin, dass während bei den Säugethieren nach Allem, was wir wissen, die Wurzeln in kein unmittelbares Verhältniss zu den Ganglienzellen treten und die Ganglien einfach durchsetzen, bei den Fischen alle Wurzelfasern mit denselben verbunden sind, so dass jede Faser durch eine bipolare Zelle unterbrochen ist und besondere Ganglienfasern gänzlich fehlen (Fig. 216). *R. Wagner* hat geglaubt, das bei den Fischen Gefundene unbedingt auf alle Wirbelthiere übertragen zu können und behauptet, dass das Vorkommen bipolarer Zellen im Verlaufe der hintern Wurzelfasern mit dem *Bell*'schen Lehrsatze im Zusammenhange stehe und ein nothwendiges Moment in der Mechanik der sensitiven Fasern sei; ferner dass nun der höchst wichtige und so lange gesuchte anatomische Unterschied zwischen sensiblen und motorischen Primitivfasern gefunden sei. Im Gegensatze hierzu habe ich die Ansicht ausgesprochen, dass keine Nöthigung vorhanden sei, das bei den Fischen Gefundene auf den Menschen zu übertragen und dass die Unterbrechung einer sensiblen Faser durch eine Ganglienkugel dieselbe als Faser von einer motorischen nicht unterscheide. Wenn auch *Wagner* diese meine Auffassung unphysiologisch genannt hat, so hat er hiermit doch Niemand überzeugt, dass die Spinalknoten der Säuger so gebaut sind, wie er dieselben sich denkt, und sprechen auch in der That alle neueren Erfahrungen von *Stannius*, *Axmann*, *Remak*, *Beker*, *Schiff*, *Frey*, *Luschka* mit mehr oder weniger Bestimmtheit dafür, dass in den Spinalganglien der höhern Thiere auch oder vorwiegend unipolare Zellen sich finden. — Zur Vervollständigung derselben führe ich noch an, dass bei unmittelbarer Messung der sensiblen Wurzeln über und unter den Ganglien ein nicht unbedeutender Unterschied zu Gunsten des letztern Ortes sich ergibt (siehe meine Mikr. Anat. II. S. 509), welcher, da Verschiedenheiten in der Dicke der ein- und austretenden Nervenröhren und Theilungen derselben innerhalb des Ganglion nicht vorkommen (*Remak* will übrigens in den Spinalganglien des Rindes Theilungen dunkelrandiger Fasern nicht selten gesehen haben), nur auf Rechnung der in den Ganglien entspringenden und peripherisch weiter ziehenden Fasern gesetzt werden kann, eine Annahme, die auch durch die unmittelbare Beobachtung sich bestätigt (Fig. 212).

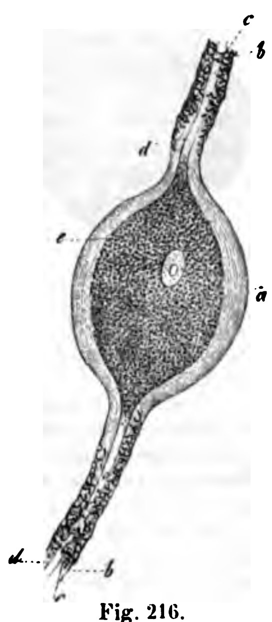


Fig. 216.

Zahlreiche Untersuchungen über die Wirbellosen, die freilich nicht alle probehaltig zu sein scheinen (s. *Schneider* in *Müll.* Arch. 1861), haben hier an vielen Orten **bestimmt unipolare Zellen, z. Th. neben bi- und multipolaren Elementen, ergeben**, woraus sich diejenigen eine Lehre ableiten können, welche, weil sie solche Zellen mit ihren physiologischen Anschauungen nicht verwerthen konnten, das Vorkommen derselben bei höheren Thieren gänzlich in Abrede stellten.

§. 119.

Weiterer Verlauf und Endigung der Rückenmarksnerven. Unterhalb des Spinalknotens vereinen sich die sensible und motorische Wurzel zur Bildung eines gemeinschaftlichen Stammes und zwar so, dass ihre Fasern verschiedentlich sich mischen, wie sich bei kleinen Thieren sehr deutlich unmittelbar beobachten lässt. Alle

Fig. 216. Ganglienkugel vom Hecht (sogenannte bipolare), die an zwei Enden in dunkelrandige Nervenröhren ausläuft, mit arseniger Säure behandelt, 350mal vergr. *a.* Hülle der Kugel, *b.* Nervenscheide, *c.* Nervenmark, *d.* Axenfaser mit dem von der Hülle zurückgezogenen Inhalte *e* der Ganglienkugel zusammenhängend.

von nun an abgehenden Aeste, sowohl der vordere und der hintere Hauptast als auch deren fernere Verbreitungen, sind mithin gemischter Natur, von Theilen beider Wurzeln gebildet, welches Verhalten auch bis zur letzten Ausbreitung so bleibt. Hier jedoch ändert sich dasselbe, indem die motorischen Fasern in ungemein vorwiegender Menge in die Muskelzweige, die sensiblen vorzüglich in die Hautäste abgehen. Wo die in den Spinalganglien entspringenden Ganglienfasern sich ausbreiten, ist auf anatomischem Wege nicht zu ermitteln. Berücksichtigt man aber die Physiologie, so möchte es als das Wahrscheinlichste erscheinen, dass dieselben nicht, oder wenigstens nicht alle, wie man auf den ersten Blick zu glauben geneigt ist, in den *Rami communicantes* zum *Sympathicus* gehen, sondern, mit den Rückenmarksnerven verlaufend, vor Allem in die Gefässnerven derselben übertreten und mithin in Haut, Muskeln, Knochen, Gelenken, Sehnen und Häuten (*Periost, Pia mater* etc.) sich ausbreiten, dann aber auch vielleicht zu den Drüsen und unwillkürlichen Muskeln der Haut sich begeben. — Die Nervenfasern in den Hauptästen der Rückenmarksnerven zeigen dieselben Durchmesser wie in den Wurzeln, d. h. es finden sich feine und dickere Röhren und eine gewisse Zahl von Uebergangsformen, im weitern Verlaufe jedoch scheiden sich die Fasern so, dass die dickeren mehr in die Muskeläste, die dünneren in die Hautnerven übergehen. Nach den Angaben von *Bidder* und *Volkmann* ist das Verhältniss der dünnen zu den dicken Fasern beim Menschen in den Hautnerven wie 1, 1 : 1, in den Muskelnerven wie 0,1—0,33 : 1, welche Angaben ich nur bestätigen und denselben noch das beifügen kann, dass die Nerven der Knochen in den Stämmen $^1/_3$ dicke, $^2/_3$ dünne Röhren führen, während die der Gelenke, Sehnen und Häute vorwiegend dünne Fasern enthalten. Meiner Ansicht nach müssen die meisten feinen Fasern der Spinalnervenäste als vom Rückenmark abstammend physiologisch den dicken für ganz gleichbedeutend gehalten werden und halte ich es auch für wahrscheinlich, dass dieselben nicht zum Gehirn emporgehen, sondern im Marke entspringen, worüber die §§. 108 und 109 zu vergleichen sind.

Die Rückenmarksnerven bestehen zwar im Allgemeinen aus gleich und meist wellenförmig verlaufenden Röhren, von welchem Umstande auch das quergebänderte Ansehen derselben herrührt, zeigen aber doch im Verlaufe sehr häufig Verbindungen ihrer Bündel, durch welche die grösseren oder kleineren Plexus mit sich kreuzenden Fasern entstehen. Die Bildung derselben beruht auf einem Austausche ganzer Bündel oder Fasern, nie auf einem Zusammenhange der einzelnen Primitivfasern und bietet vom mikroskopischen Standpuncte aus nichts Bemerkenswerthes dar. — Theilungen der Nervenröhren kommen in den Stämmen und grösseren Aesten der Rückenmarksnerven der Säugethiere nicht vor [bei den Fischen sah *Stannius* vielfache Theilungen in den Stämmen von motorischen und gemischten Nerven (Archiv für phys. Heilk. 1850, S. 77)], ebenso wenig eine erhebliche Aenderung in ihrem Durchmesser; dagegen finden sich allerdings auch beim Menschen in den Endausbreitungen solche Theilungen und zugleich eine sehr bedeutende Abnahme der Röhren in ihrem Durchmesser, mit Bezug auf welche Verhältnisse und auf die Endigungen in Haut, Muskeln, Knochen, Häuten überhaupt auf die an den betreffenden Orten gegebenen ausführlichen Schilderungen verwiesen wird.

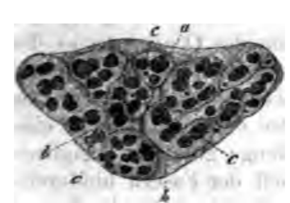


Fig. 217.

Die Rückenmarksnerven sind von ihrer Durchtrittsstelle durch die *Dura mater* an von einer festeren bindegewebigen Hülle, der Nervenscheide, *Neurilemma*, umhüllt, die mit feineren Ausläufern auch in das Innere der Nerven eingeht

Fig. 217. Querschnitt des *Nervus ischiadicus*, einige Male vergr. *a*. Gesammthülle des Nerven, *b*. Neurilem der tertiären Bündel, *c*. secundäre Nervenbündel, zum Theil mit besonderen Scheiden; vom Kalbe.

und wie bei den Muskeln, einerseits grössere und kleinere Bündel abgrenzt, andrerseits mit ganz verfeinerten Scheiden zwischen die einzelnen Röhren sich einsenkt (Fig. 217). In den Endausbreitungen fehlt eine bindegewebartige stärkere Hülle und tritt die schon oben (§. 104) besprochene kernhaltige Scheide als einzige Begrenzung einzelner Primitivfasern oder kleiner Bündelchen derselben auf, in welch letzterem Falle die einzelnen markhaltigen Fasern ebenso gut als in den Centralorganen als hüllenlos zu bezeichnen sind. Alle gleichartigen Scheiden mit Kernen scheinen in dieser Weise aufgefasst werden zu müssen und wenn sie auch stärkere Bündelchen von Nervenfasern umhüllen und wird man von einer bindegewebigen Hülle erst dann reden dürfen, wenn in derselben Bindegewebskörperchen zum Theil mit langen Kernen (von 11—15 μ) wie in glatten Muskeln auftreten und die Zwischensubstanz faserig wird. Manchmal erscheinen dann auch elastische Fäserchen, die oft ganze Bündel umspinnen. In grösseren Nerven tritt schliesslich gewöhnliches Bindegewebe mit deutlichen, der Länge nach ziehenden Fibrillen, wie in fibrösen Häuten, untermengt mit vielen elastischen Netzen auf, doch zeigen sich auch hier noch, namentlich im Innern, unreifere Formen von Bindegewebe mit vielen Bindegewebskörperchen und um die kleinsten Bündel gleichartige kernhaltige Scheiden.

Alle grösseren Nerven enthalten Gefässe, obschon nicht gerade in grosser Zahl, die vorzüglich der Länge nach verlaufen und ein lockeres Netz enger Capillaren von 4,5—9 μ mit länglichen Maschen entwickeln, das die Bündel umspinnt und zum Theil zwischen die Elemente derselben eingeht, jedoch nie einzelne Primitivfasern, sondern immer nur ganze Abtheilungen derselben umgibt. Die Ganglien enthalten ein zierliches Capillarnetz in Gestalt eines Maschenwerkes, so dass jede Ganglienkugel von besonderen Gefässen umgeben ist.

§. 120.

Kopfnerven. Die vom Gehirne entspringenden sensiblen und motorischen Nerven stimmen mit den Rückenmarksnerven in den meisten Puncten so überein, dass eine kurze Charakteristik derselben genügt, und was die höheren Sinnesnerven anlangt, so werden dieselben später bei den Sinnesorganen ausführlicher besprochen werden.

Die motorischen Kopfnerven, das III., IV., VI., VII. und XII. Paar, verhalten sich sowohl in Bezug auf die Wurzeln als auf den Verlauf und die Ausbreitung ganz wie die motorischen Wurzeln und Muskelzweige der Rückenmarksnerven mit der einzigen Ausnahme, dass allen diesen Nerven durch Anastomosen mit sensiblen Nerven etwelche sensible Fasern für die Muskeln zugeführt werden. Berücksichtigung verdient 1) dass nach *Rosenthal* und *Purkyně* im Stamme des *Oculomotorius* der Säuger und des Menschen Ganglienkugeln vorkommen, welche jedoch *Bidder* (p. 32) nicht finden konnte, *Reissner* dagegen neulich für den Menschen bestätigte, bei dem er unter 4 beobachteten Zellen, von denen 3 keine Fortsätze erkennen liessen, eine multipolare fand; 2) dass der *Facialis* im Knie eine Menge grösserer Ganglienkugeln hat, durch welche jedoch nach *Remak* nur ein Theil der Fasern hindurchgeht (*Müll.* Arch. 1841); 3) dass nach *Volkmann* (bei *Bidder* Ganglienkörper S. 68) die kleine, mit einem Ganglion versehene Wurzel des *Hypoglossus* des Kalbes motorische Wirkung hervorruft. Welche Bedeutung dieses Vorkommen von Ganglienkugeln in motorischen Nerven hat, ist unausgemacht. Wahrscheinlich entspringen von denselben einfach Fasern mit peripherischer Ausbreitung, gerade wie in den Spinalganglien. Auf jeden Fall zeigt dasselbe, dass Ganglien nicht nothwendig an sensiblen Nerven sitzen müssen. Das V., IX. und X. Paar gleichen insofern den Spinalnerven, als sie alle motorische und sensible Elemente führen. Beim *Trigeminus* hat die kleine Wurzel vorwiegend dicke Röhren, die grosse viele feine Fasern. Das *Ganglion Gasseri*, auch die kleinen an demselben ansitzenden Knötchen, enthält viele grös-

sere und kleinere Ganglienkugeln von 18—67 μ mit kernhaltigen Scheiden und verhält sich, nach dem was ich bei kleinen Säugethieren und beim Menschen sah, wie ein Spinalknoten, d. h. es lässt die Fasern der grossen Wurzel einfach durchtreten und gibt von unipolaren Zellen aus vielen mitteldicken Nervenfasern den Ursprung, die an die austretenden Zweige sich anlegen. Auch bipolare Zellen kommen vor, jedoch wie es scheint in geringerer Zahl und Zellen mit 3 und 4 Fortsätzen habe ich beim Kalbe gefunden (Fig. 215), bei dem auch Nuclei mit 3—5 Nucleoli nicht gerade selten sind, Die Endausbreitung des *Trigeminus* ist grösstentheils wie bei den Hautnerven, Einzelnheiten sind in den betreffenden Abschnitten nachzusehen. Peripherische Ganglien besitzt der *N. lingualis*. Was die am *Trigeminus* vorkommenden grösseren Ganglien anlangt (*Ganglion ciliare, oticum, sphenopalatinum, linguale, supramaxillare*), so finde ich den Bau derselben mehr wie bei den sympathischen Ganglien, nur enthalten dieselben doch ziemlich viele grössere Ganglienkugeln. — Der *Glossopharyngeus* hat, obschon mit motorischen Eigenschaften begabt, doch nach *Volkmann* (*Müll.* Arch. 1840. S. 488) keine Fasern, die nicht durch das eine oder andere seiner Knötchen hindurchsetzten. An seinen Wurzeln, die viele feine Röhren führen, finden sich nach *Bidder* (l. c. p. 30) bei Säugethieren nicht selten einzelne Ganglienkugeln, oft frei ansitzend, an denen man, wie an ähnlichen der *Vagus*wurzeln, zum Theil leicht den Abgang zweier mitteldicker Fasern sehen soll. Die Ganglien des *Glossopharyngeus* verhalten sich wie Spinalknoten, d. h. die Wurzelfasern treten einfach durch, und im Knoten entspringen Ganglienfasern von meist unipolaren Zellen; seine Endausbreitung enthält in der Paukenhöhle und Zunge kleine Ganglien und stimmt sonst mit der des *Trigeminus* (*P. major*) überein. Der *Vagus* geht beim Menschen mit allen seinen Wurzeln in das *Gangl. jugulare* ein, während er bei einigen Säugethieren (Hund, Katze, Kaninchen nach *Remak* in *Fror.* Not. 1837. No. 54; beim Hunde und Schafe nach *Volkmann*, *Müll.* Arch. 1840. S. 491. nicht aber beim Kalbe, wo auch in der scheinbar motorischen Wurzel Ganglienkugeln sich finden) auch ein kleineres, am Ganglion sich nicht betheiligendes Ursprungsbündel hat. Im *Ganglion jugulare* und in der *Intumescentia ganglioformis* habe ich nichts von Spinalknoten abweichendes finden können, nur gingen die Ganglienzellen z. Th. bis zu 20 μ herab, obschon freilich auch sehr viele grosse bis zu 67 μ sich zeigten. Die Endausbreitung des Nerven bietet, wie *Bidder* und *Volkmann* richtig angegeben, eine regelrechte Vertheilungsweise der dickeren und dünneren Fasern dar, so dass die Aeste zu Speiseröhre, Herz und Magen fast ausschliesslich dünne Fasern führen, während in denen zur Lunge und im *Laryngeus superior* die dünnen zu den dicken Fasern wie 2 : 1 und im *Laryngeus inferior* und den *Rami pharyngei* wie 1 : 6—10 sich verhalten. Auch diese feinen Fasern stammen lange nicht alle aus dem *Sympathicus* selbst, da sie schon in den Wurzeln des *Vagus* in überwiegender Menge sich finden, und auch im *Laryngeus superior* so zahlreich sind. Ausserdem möchten viele derselben nichts als verschmälerte oder von Hause aus feinere in den Ganglien des *Vagus* selbst entsprungene sogenannte Ganglienfasern sein, die ich ebenfalls nicht zum *Sympathicus* rechnen möchte. Ueber die Endigungen des *Vagus* siehe unten an den betreffenden Orten. — Der *Accessorius Willisii*, obschon vielleicht auch zum Theil sensibel, hat keine Ganglienkugeln und zeigt in seiner Ausbreitung und Endigung, so viel bekannt, nichts Besonderes.

Endschlingen innerhalb von Nervenstämmen hat schon *Gerber* erwähnt, und später beschrieb *Valentin* solche aus dem *Vagus* (Brusttheil) der Maus und Spitzmaus, ohne über ihre Bedeutung etwas aussagen zu wollen. Noch räthselhafter sind von *Remak* und *Bochdalek* gesehene Nervenfädchen, die aus dem Gehirn herauskommen und wieder in dasselbe zurückgehen.

§. 121.

Gangliennerven. Mit diesem Namen bezeichnet man wohl am passendsten den sogenannten *Sympathicus*, das sympathische oder vegetative Nervensystem, da derselbe keine physiologische Hypothese voraussetzt, sondern einfach die Thatsache ausdrückt, die anatomisch am meisten in die Augen springt. Die Gangliennerven sind weder ein ganz für sich bestehender Theil des Nervensystems (*Reil*, *Bichat*), noch ein blosser Abschnitt der Cerebrospinalnerven, sondern es stehen dieselben einerseits durch sehr viele in ihren Ganglien entspringende feine Nervenfasern, Ganglienfasern des Sympathicus, ganz selbständig für sich da, während sie auf der anderen Seite durch Aufnahme einer geringeren Zahl von Fasern der andern Nerven auch mit dem Marke und dem Gehirne verbunden sind. Vergleichen wir die Gangliennerven und die Cerebrospinalnerven, so finden wir, dass die ersteren indem sie aus einer zweifachen Quelle sich zusammensetzen, in einer gewissen Beziehung allerdings den Nerven der letzteren gleichen, die ebenfalls aus Ganglienfasern des Spinalknotens und aus solchen, die aus dem Marke hervorkommen, sich bilden, jedoch namentlich darin abweichen, dass sie eine viel grössere Zahl von selbständigen Elementen, von Ganglien und Ganglienfasern, besitzen und viel zahlreichere Anastomosen unter einander eingehen. Wenn es mithin auch vom anatomischen Standpuncte aus gerechtfertigt erscheinen kann, die Gangliennerven für sich zu betrachten, so ist es doch nicht erlaubt, dieselben für etwas ganz besonderes zu halten, indem eben im Grunde jeder Nerv dieselben Hauptelemente, einige Hirnnerven (*Vagus*, *Glossopharyngeus*), selbst zahlreiche peripherische Ganglien darbieten und ausserdem die vergleichende Anatomie die Hervorbildung derselben aus den Spinalnerven und die Physiologie den Mangel eigenthümlicher Verrichtungen lehrt.

§. 122.

Grenzstrang der Gangliennerven, *Nervus sympathicus*. Der *Nervus sympathicus* ergibt sich beim Menschen als ein weisslicher oder weisser Nerv, dessen dunkelrandige Nervenröhren in der Regel einander gleich verlaufen, ohne sich zu theilen oder zu verflechten und die einen 5,6—13 μ, selbst mehr, die andern nur 2,6—3,3 μ messen. Diese feineren und dickeren Fasern verlaufen zum Theil mit einander vermengt, zum Theil mehr bündelweise neben einander, letztere namentlich in der Nähe der Ganglien des Grenzstranges und in diesen selbst. Der Bau der Ganglien ist im Allgemeinen der der Spinalganglien. Ein jedes derselben besteht 1) aus durchtretenden Nervenfasern, die von einem Theile des Stammes an den andern gehen, 2) aus einer gewissen Zahl feiner im Ganglion entspringender Röhren und 3) aus vielen Ganglienzellen; ausserdem senken sich in die Ganglien noch *Rami communicantes* ein und tritt eine gewisse Zahl von Aesten peripherisch aus denselben heraus. Die Ganglienzellen im *Sympathicus* (Fig. 219 *B*) verhalten sich im Wesentlichen genau so wie in den Spinalganglien, nur sind sie durchschnittlich kleiner, von 13—40 μ, 18—22 μ im Mittel, weniger und blasser gefärbt oder selbst farblos und gewöhnlich ziemlich gleichmässig rund. Den Ursprung der Nervenfasern des Grenzstranges anlangend, so ist es vor Allem augenscheinlich, dass dieselben einem guten Theile nach aus den *Rami communicantes* stammen, die unmittelbar unterhalb der *Ganglia spinalia* aus den Stämmen der Rückenmarksnerven hervorgehen im Allgemeinen wie die sensiblen Wurzeln derselben gebildet sind (d. h. vorwiegend feinere Fasern führen) und, mögen sie nun einfach oder mehrfach sein, nachweisbar mit beiden Wurzeln sich verbinden. Nach Allem, was sich bisher ermitteln liess, stammen die Fasern dieser Verbindungsäste vorzüglich vom Rückenmarke und von den Spinalganglien und sind mithin Wurzeln des *Sympathicus*, einem kleineren Theile nach möchten dieselben jedoch auch von dem *Sympathicus* herkommen und an

die Rückenmarksnerven sich anschliessend mit denselben peripherisch sich verbreiten. — In den Grenzstrang des *Sympathicus* eingetreten, verlaufen die *Rami communicantes*, insofern sie aus den Spinalnerven abstammen, fast ohne Ausnahme in zwei oder mehrere Aeste gespalten, in demselben auf- und abwärts nach dem Kopf- und Beckenende desselben, an die Längsfasern des Stammes sich anschliessend (Fig. 218). Bei Kaninchen kann man die Fasern eines bestimmten *Ramus communicans* sehr häufig noch bis zum nächsten Ganglion und weiter in einzelne peripherische Aeste verfolgen, doch entzieht sich im Allgemeinen der Verlauf der einzelnen Bündel sehr bald dem Auge. Nichts destoweniger lässt sich mit grosser Bestimmtheit behaupten, dass dieselben nach und nach Alle in die peripherischen Aeste des Grenzstranges abgehen, denn einmal führen alle Aeste des Grenzstranges oft in sehr beträchtlicher Menge von denselben dunkelrandigen dickeren Fasern, die die *Rami communicantes* enthalten, und zweitens sieht man nirgends ein Ende oder einen Ursprung derselben in dem Grenzstrange selbst, was eben der Hauptgrund ist, warum die *Rami communicantes* nicht als Aeste des *Sympathicus*, sondern nur als Wurzeln desselben betrachtet werden können.



Fig. 218.

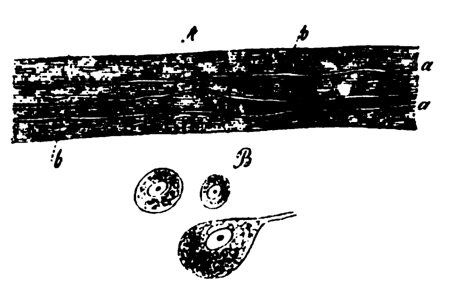


Fig. 219.

Ausser den feineren und dickeren Fasern der *Rami communicantes* enthält der Grenzstrang des *Sympathicus* noch sehr viele andere, zwar dunkelrandige, aber blasse, feinste Nervenröhren von 2,6—4,5 μ, von denen ich unverhohlen behaupte, dass sie in ihm entspringen, und nicht etwa nur Fortsetzungen der Fasern der *Rami commun.* sind, wie diess in der neueren Zeit seit der Auffindung der bipolaren Ganglienkugeln bei Fischen vermuthet worden ist. Bei den Säugethieren ist es in der That bei Untersuchung ganzer sympathischer Ganglien unter vorsichtiger Benutzung des verdünnten Natrons und der Compression äusserst leicht zu zeigen, dass die grosse Mehrzahl der Fasern der *Rami commun.* mit den Ganglienkugeln nicht in der geringsten Verbindung steht, dass vielmehr dieselben durch die Knoten nur hindurchsetzen und schliesslich in die peripherischen Aeste abgehen. Da nun ausser diesen Fasern im Grenzstrange noch viele feinste

Fig. 218. Sechstes *Ganglion thoracicum* der linken Seite aus dem *Sympathicus* des Kaninchens, von der hintern Seite, mit Natron, 40mal vergr. *T.* 2. Stamm des *N. sympathicus*. *R. c. R. c. Rami communicantes*, beide in zwei Aeste sich spaltend. *Spl. Splanchnicus*. *S.* Aestchen des Ganglion mit zwei stärkeren Fasern und feineren Fasern, wahrscheinlich zu Gefässen abgehend. *g.* Ganglienkugeln und Ganglienfasern an den Stamm des Grenzstranges sich anschliessend.

Fig. 219. Aus dem *Sympathicus* des Menschen, 350mal vergr. *A.* Ein Stückchen eines grauen Nerven mit Essigsäure, *a.* feine Nervenröhren, *b.* Kerne der *Remak*'schen Fasern. *B.* Drei Ganglienkugeln, eine mit einem blassen Fortsatze, die andern scheinbar apolar.

Fasern vorkommen, die sich durchaus nicht auf die der *Rami commun.* zurückführen lassen, so ist klar, dass dieselben ganz neu auftretende Gebilde sein müssen. Dieser Schluss wird noch gerechtfertigter, wenn man hinzusetzt, dass es, wie ich zuerst und viele nach mir gezeigt haben, gar nicht so schwer hält, in den sympathischen Ganglien der Säuger und Amphibien einfache Faserursprünge nachzuweisen, und wenn man weiss, dass in den Ganglien immer ein bedeutender Theil feiner Fasern als sogenannte umspinnende, d. h. in verschiedenen Krümmungen durch die Zellenmassen sich hindurchwindende, erscheint. Nach dem, was ich bei den Säugethieren und beim Menschen gesehen, stimmen die sympathischen Ganglien mit denen der Rückenmarksnerven insofern überein, als sie vorwiegend unipolare, seltener bipolare Zellen enthalten, weichen jedoch darin ab, dass in ihnen sicher apolare Zellen in bedeutender Menge sich finden, und die entsprechenden Ganglienfasern ohne Ausnahme von den feinsten sind, welche in peripherischen Nerven vorkommen, und wahrscheinlich in den meisten Fällen in verschiedenen Richtungen aus den Ganglien heraustreten. Nach *Remak* kommen in den Ganglien des *Sympathicus* nur multipolare Zellen vor, was bestimmt unrichtig ist. *Küttner* dagegen findet beim Frosche nur unipolare Zellen, von denen er annimmt, dass ihr Fortsatz nach kurzem Verlaufe in zwei Nervenfasern sich theile, was jedoch nicht für alle Fälle nachgewiesen wurde. *Beale* und *J. Arnold* endlich nehmen, wie oben angegeben, bei demselben Thiere an jeder Zelle 2 Fortsätze, einen geraden und einen spiralig um diesen herum gerollten an, die sie beide für nervös halten. — An ein topographisches Verfolgen der verschiedenen Fasern im Grenzstrange mit Bezug auf den Ursprung derselben von bestimmten *Rami communicantes* und Ganglien und ihren Abgang in bestimmte peripherische Zweige ist, wenn mehr als das schon Mitgetheilte gefordert wird, vorläufig noch gar nicht zu denken und bleibt diese Aufgabe der Zukunft vorbehalten.

Man hat behauptet, dass die kleineren Zellen in den Ganglien des *Sympathicus* von den grösseren, in den Spinalganglien z. B., verschieden seien und auch nur mit feinen Nervenröhren in Verbindung stehen (*Robin*), allein diess ist, wie sich schon zum Theil aus den Beobachtungen von *Wagner* und *Stannius* ergibt, nicht richtig, denn man findet 1) in den Ganglien der Kopf- und Spinalnerven der Säugethiere und des Menschen alle Uebergänge zwischen grösseren und kleineren Kugeln, und trifft auch in sympathischen Knoten hier und da, obschon selten, grössere Zellen bis zu 67 μ, und überzeugt sich 2) auch, dass der Durchmesser der in den erstgenannten Ganglien entspringenden Nervenfasern sich durchaus nicht nach dem der Zellen richtet, indem alle Ganglienfasern derselben so ziemlich dieselbe Breite besitzen, was auch bei den bipolaren Zellen der Fische sich bestätigt, bei denen oft die eine abgehende Faser bedeutend, bei *Petromyzon* nach *Stannius* selbst 6mal dicker als die andere ist. Wollte man etwa gar die kleinen Zellen als nur dem *Sympathicus* eigenthümlich ansehen, so müsste ich, wie schon früher bei den Nervenfasern, bemerken, dass abgesehen von den Ganglien der Wurzeln der Kopf- und Marknerven, kleine Nervenzellen auch an Orten vorkommen, wo an den *Sympathicus* nicht zu denken ist, wie im Marke und Hirne und, wenn man Beispiele von peripherischen Nerven wünscht, in der *Retina* und in der Schnecke. Immerhin ist so viel sicher, dass die Knoten der Ganglienerven als Regel kleinere Ganglienzellen haben und dass die von diesen entspringenden Röhren nur feine sind.

Bidder und *Volkmann* haben beim Frosche nachgewiesen, dass die *Rami communicantes* in der Mehrzahl ihrer Fasern mit den Rückenmarksnerven peripherisch sich ausbreiten und nur einem kleineren Theile zufolge, der noch dazu von den Spinalganglien abgeleitet wird, als Wurzeln des *Sympathicus* anzusehen sind. Ich glaube jedoch gesehen zu haben, dass beim Kaninchen und beim Menschen die *Rami communicantes* vorwiegend central verlaufen. Doch finden sich beim Menschen sehr häufig, nach *Luschka* und *Remak* immer, auch Fasern, die als Aeste des *Sympathicus* zu der peripherischen Ausbreitung der Spinalnerven anzusehen sind, von denen dann auch Aestchen zu den Nerven der Wirbel abgehen, über welche Verhältnisse die ausführlicheren Mittheilungen von mir (Mikr. Anat. II. 1. S. 525) und namentlich von *Luschka* (Nerven des Wirbelcanals, S. 10 flgde.) und *Rüdinger* (l. l. c.) nachzulesen sind.

Was die Frage anlangt, woher die Fasern abstammen, die aus den Rückenmarksnerven in den Grenzstrang übergehen, so ist sicher, dass der von der motorischen Wurzel abstammende Theil der *Rami comm.*, der nach *Luschka* immer ein weisser Faden ist, vom Marke selbst seinen Ursprung nimmt, was jedoch den anderen von der sensiblen Wurzel abgehenden betrifft, so könnte derselbe theilweise oder ganz aus im Spinalganglion entsprungenen Fasern sich bilden. Das letztere erscheint jedoch aus zwei Ursachen unwahrscheinlich, 1) weil dann das Zustandekommen bewusster Empfindungen von den vom *Sympathicus* versorgten Theilen her kaum zu begreifen wäre, und 2) weil die in den Spinalganglien entspringenden Fasern mitteldicke sind, in den *Rami comm.* dagegen im Ganzen nur wenige solche Fasern vorkommen, die ohnedem auf Rechnung der motorischen Wurzeln zu setzen sind.

Es ist hier der Ort, noch etwas über die feinen Fasern der Ganglienнerven zu bemerken. Man weiss schon seit längerer Zeit, dass der *Sympathicus* vorwiegend dünnere Nervenfasern führt als die Cerebrospinalnerven, allein erst im Jahre 1842 haben *Bidder* und *Volkmann* zu zeigen sich bemüht, dass dieselben nicht bloss dünner, sondern auch sonst anatomisch verschieden seien, wesshalb sie dieselben gegenüber den dicken Röhren der Cerebrospinalnerven sympathische Nervenfasern nannten. Im Gegensatze hierzu versuchten *Valentin* (Repert. 1843. S. 103) und ich (*Symp.* S. 10 u. flgde.) darzuthun, dass die feinen Fasern im *Sympathicus* keine besondere Faserclasse ausmachen, was uns auch, wie ich glaube, so ziemlich gelungen ist. Die Hauptgründe sind die: 1) Feine und dicke Nervenröhren sind an und für sich, den Durchmesser abgerechnet, in keinem wesentlichen Puncte verschieden und zeigen die zahlreichsten Uebergänge. 2) Ausser im *Sympathicus* kommen feine Nervenröhren mit wesentlich denselben Eigenschaften, wie die sogenannten sympathischen, auch noch an vielen andern Orten vor. So beim Menschen und den Säugethieren in den hinteren Wurzeln der Spinalnerven und in denen der sensitiven Kopfnerven, wo, wie ich schon oben zeigte, an eine Abstammung der Fasern vom *Sympathicus* auch nicht von ferne zu denken ist und wir eben nur feine Cerebrospinalfasern vor uns haben; ähnliche Röhren enthält das Mark und Gehirn zu Tausenden und ebenso die zwei höheren Sinnesnerven. 3) Alle dicken Nervenfasern verschmälern sich bei ihrer Endausbreitung durch Theilung oder unmittelbare Abnahme so, dass sie schliesslich den Durchmesser und die Natur der feinen und feinsten Röhren annehmen. 4) Alle dicken Nervenröhren sind während ihrer Entwickelung einmal genau so beschaffen, wie die sogenannten sympathischen Fasern. — Aus diesen Thatsachen ergibt sich mit Sicherheit, dass es unmöglich ist, die dünnen Röhren des *Sympathicus* für etwas nur ihm Eigenthümliches, ganz Besonderes zu halten und dass es überhaupt nicht angeht, vom anatomischen Standpuncte aus die Fasern nach ihren Durchmessern einzutheilen, da ja sehr viele Fasern während ihres Verlaufes alle möglichen Dicken annehmen. Immerhin wird man die grosse Zahl sehr dünner blasser Röhren im *Sympathicus* auch von Seiten der Anatomie hervorheben können, wie man diess ja auch bei den höheren Sinnesnerven und der grauen Substanz thut, und was das Physiologische betrifft, so bin ich zwar nicht der Meinung, dass die Feinheit der Röhren im *Sympathicus* etwas ganz Besonderes, anderwärts nicht Vorkommendes bedeutet, wohl aber dass dieselbe hier und wo sie sonst noch getroffen wird, allerdings mit einer bestimmten Art der Verrichtung zusammenhängt.

§. 123.

Peripherische Ausbreitung der Ganglienнerven. Aus dem Grenzstrange des *Sympathicus* entspringen die zur Peripherie sich begebenden Zweige, die ohne Ausnahme feinere und dicke Röhren aus demselben aufnehmen, aber ausserdem, wenigstens nur zum Theil, noch besondere Elemente führen, denen sie ihr verschiedenes Aussehen verdanken. Die einen derselben nämlich sind weiss, wie der Stamm an den meisten Orten und die *NN. splanchnici*, andere grauweiss, wie die *NN. intestinales*, die Nerven des nicht schwangeren Uterus (*Remak* Darmnervensystem S. 30), noch andere grau und zugleich minder derb anzufühlen, wie der *N. caroticus internus*, die *NN. carotici externi s. molles*, die *NN. cardiaci*, die Gefässäste überhaupt, die die grossen Ganglien und Plexus der Unterleibshöhle verbindenden Zweige, die in die Drüsen eingehenden Aeste, die Beckengeflechte. Das besondere Verhalten der letzte-

[illegible] auf dem Vorkommen zahlreicher feiner Fasern des *Sympa-* [illegible] auf der Anwesenheit der nach ihrem Entdecker so- [illegible] gelatinöse Fasern *Henle*), unter welchem Namen [illegible] Scheiden der Nervenfasern und Zellen, Netze von [illegible] und wirkliche blasse Nervenfasern von embryonalem Typus [illegible] denken, wenn sie von *Remak*'schen Fasern reden. [illegible] in den Milz- und Lebernerven vieler Thiere so leicht [illegible] finden sich platte blasse Fasern von 3,3—5,6 μ Breite, 1,3 μ [illegible] streifigem, körnigem oder mehr gleichartigem Innern, die von [illegible] längliche oder spindelförmige 6—15 μ lange, 4,5—6,7 μ breite [illegible] Fasern nun finden sich in fast allen grauen Theilen der Ganglien- [illegible] dieselben in vielen Theilen der Beckengeflechte des Menschen, wo [illegible] reichliches Bindegewebe sich zeigt, doch sollen sie nach [illegible] des schwangeren Uterus reichlich sein (Darmnervens. S. 30) [illegible] so dass sie die dunkelrandigen ächten Nervenröhren um das [illegible] mehr an Zahl übertreffen. Meist bilden sie die eigentliche [illegible] Stränge (Fig. 219) und mitten durch sie ziehen dann, bald mehr [illegible] grösseren oder kleineren Bündeln beisammen, die dunkelrandigen [illegible] nur in der Nähe und in den Ganglien selbst erscheinen sie als [illegible] feinsten Röhren. Eine zweite Form von sogenannten *Remak*'schen [illegible] nicht leicht in Fasern zerfallenden, dem gleichartigen Binde- [illegible] gewebe mit eingestreuten Kernen besteht, findet sich besonders in [illegible] um die Nervenröhren und steht nachweisbar mit den Scheiden [illegible] in Zusammenhang. Eine dritte Form endlich, mit netzförmig ver- [illegible] und Kernen an den Theilungsstellen zeigt sich besonders im Grenz- [illegible] auch an andern Orten. — Dass die beiden letztgenannten Formen [illegible] gehören, halte ich für sicher. Was dagegen die erste anlangt, so [illegible] sehr wahrscheinlich, dass alle zu derselben gehö- [illegible] marklose Nervenfasern sind. Ausser durch diese Fasern [illegible] Ausbreitung des *Sympathicus* noch und vor Allem durch eine [illegible] Ganglien ausgezeichnet. Dieselben sitzen grösser oder kleiner, [illegible] an den Stämmen oder Endigungen und zwar die mikroskopischen, [illegible] an den *Nervi carotici*, im *Plexus pharyngeus*, im Herzen, [illegible] des Frosches (*Beale*, *Lehmann*), an der Lungenwurzel und [illegible] an der hinteren Wand der Harnblase, in der Muskelsubstanz [illegible] des Schweines, an den *Plexus cavernosi*, in der Darmwand (*Remak*, *Meissner*, *Auerbach*), in den Speichel- und Thränendrüsen (*Krause*), den Lymphdrüsen (*Schaffner*), am *Ureter*, dem *Vas deferens*, dem *Pancreaticus* und den Gallengängen der Vögel (*Manz*), und sollen in Bezug auf ihre Ausbreitung bei den Eingeweiden besprochen werden. Hier will ich im Allgemeinen von ihnen bemerken, dass sie in Bezug auf die Grösse und Gestalt der Ganglienzellen und auf den Ursprung feiner Fasern ganz wie die Grenzstrangganglien sich verhalten. In Bezug auf den letzten Punct mag namentlich hervorgehoben werden, dass an Einem Orte das Entspringen von Nervenfasern von unipolaren Zellen und die Seltenheit der doppelten [illegible]sprunge besonders schön zu beobachten ist, nämlich in der [illegible] des Froschherzens (Fig. 220), wo auch *R. Wagner* ihr Vorkommen [illegible] sind auch diese Ganglien Quellen von Nervenfasern und die austretenden

[illegible] Ganglienkugeln aus den Herzganglien des Frosches, 350mal vergr., eine mit [illegible] Nervenröhre, die andern scheinbar apolar.

Aeste immer reicher an solchen als die Wurzeln, vorausgesetzt, dass die Fasern nur nach Einer Richtung austreten, was wohl an den meisten Orten der Fall sein möchte,

Wie die aus diesen verschiedenen Gegenden, den *Rami communicantes*, den Grenzstrangknoten und den peripherischen Ganglien, entspringenden Nervenröhren in ihrer Ausbreitung sich verhalten, ist annoch sehr zweifelhaft. Manche peripherischen Aeste verbinden sich mit andern Nerven und entziehen sich so jeglicher weiteren Nachforschung, so die *Nervi carotici externi* und *internus*, von denen ich den letzteren, der fast nur feine und viele *Remak*'sche Fasern führt, nicht im gewöhnlichen Sinne als Wurzel, sondern als einen aus dem *G. cervicale supremum* und vielleicht den anderen Halsganglien entstandenen Ast ansehe; ferner die Theile der *RR. comm.*, die peripherisch an die Spinalnerven sich anschliessen, die *Rami cardiaci*, *pulmonales* etc. Andere Aeste werden in den Parenchymen der Organe so fein, dass man ihnen unmöglich weit nachgehen kann. Was bis jetzt über den endlichen Verlauf nachgewiesen ist, ist Folgendes: 1) Es kommen in den Stämmen und Endausbreitungen des *Sympathicus* Theilungen vor, so an den Nerven der Milz, der *Pacini*'schen Körperchen im *Mesenterium*, an den Nerven, die die Gefässe im *Mesenterium* des Frosches begleiten, an denen seitlich am Uterus von Nagethieren, dann der Lunge, des Herzens und des Magens des Frosches und Kaninchens, der *Dura mater* an den *Arteriae meningeae*, in Aesten des *Sympathicus* des Störes, an den Herznerven der Amphibien, an den Nerven der Harnblase von Kaninchen und Mäusen, an denen des *Peritonaeum* des Menschen und der Maus, und der Thränen- und Speicheldrüsen. 2) Es verschmälern sich auch die dickeren Röhren des *Sympathicus* schliesslich so, dass sie zu feinen werden, wie an den *Rami intestinales*, *lienales* und *hepatici* leicht zu sehen ist, die zwar noch im Innern der genannten Organe einzelne stärkere Nervenröhren enthalten, schliesslich jedoch dieselben verlieren. — Die eigentlichen Endigungen in den Organen selbst, in Herz, Lunge, Magen, Darm, Niere, Milz, Leber, Uterus u. s. w. sind dagegen noch wenig bekannt, da jedoch, wo es möglich gewesen ist, denselben nachzugehen, hat sich ergeben, dass dieselben aus marklosen, kernhaltigen, embryonalen Fasern bestehen, welche nach reichlicher Netzbildung der feinsten Stämmchen und z. Th. der Nervenfasern selbst schliesslich frei enden (*Meissner*, *Billroth*, *Manz*, *Krause*, *Klebs*, ich).

Was die Bedeutung der sogenannten *Remak*'schen Fasern anlangt, so stimmen zwar immer noch manche Forscher der zuerst von *Valentin* (Repert. 1838. S. 72. *Müll.* Arch. 1839. S. 107) vertheidigten Ansicht bei, dass dieselben keine Nervenröhren seien, sondern zum Bindegewebe der Nerven zählen, doch gewinnt offenbar die Ansicht von *Remak*, dass dieselben Nervenfasern seien, immer mehr Boden und droht selbst die gegentheilige Meinung ganz zu verdrängen, namentlich seit *Remak* unumwunden erklärt hat (l. i. c.), dass Alles, was er je unter dem Namen organischer, grauer, kernhaltiger Nervenfasern beschrieben habe, Nervenfasern seien. Da nun auch unsere ersten Forscher in diesem Gebiete auf diese Seite sich neigen, so halte ich es für nöthig, mit eben der Bestimmtheit, wie *Remak* die seinige, die Ansicht zu vertreten, dass ein guter Theil dieser Bildungen nur Bindegewebe ist. *Remak* schildert in seinen letzten Mittheilungen die fraglichen Fasern, die er nun »gangliöse« nennt, als Axencylinder mit zarten kernhaltigen Hüllen. Die ersten verästeln sich nicht selten und zeigen an den Verästelungswinkeln bipolare oder multipolare kernhaltige gelbliche Körner, kaum grösser als eine Lymphzelle, im chemischen Verhalten Ganglienzellen sehr ähnlich, die er »gangliöse Körner« nennt. Diese Körner finden sich im *Sympathicus* in grossen Mengen, theils in den Nerven selbst, theils an der Oberfläche der grossen Ganglienkugeln und zwar an den Abgangsstellen der feinen gangliösen Axenschläuche, die hier bis zu 50 und darüber von der Substanz der Ganglienkugel ausgehen, um Bündel gangliöser Fasern zu bilden. Aehnliche feine gangliöse Fasern entspringen von allen Puncten der Oberfläche der Ganglienkugeln der Spinalganglien, welche die die Kugeln umhüllenden dicken Kapseln bilden und an deren einem Pole zu Bündeln sich vereinigen, um die ächten Fortsätze der Ganglienkugeln zu umgeben. — Mit diesen Worten zeichnet *Remak* jedem Mikroskopiker unverkennbar die äussern Scheiden der Ganglienkugeln und

ihre Fortsetzung in die Nerven hinein und sind seine gangliösen Körner nichts anders als die Kerne dieser Scheiden und der von ihnen entspringenden Fasern; statt jedoch wie Andere die Scheiden einfach als unwesentliche Hüllen zu betrachten, lässt er sie von der Substanz der Ganglienkugeln ausgehen und stempelt sie so zu nervösen Elementen. Diess ist entschieden falsch. Es liegen die Ganglienkugeln mit ganz glatter Oberfläche innerhalb der kernhaltigen Scheide, und wird es Niemand gelingen, auch nur die geringste Verbindung zwischen beiden zu finden, wie namentlich frei liegende Zellen (Figg. 177, 214), die im *Sympathicus* des Frosches sehr häufig sind, am bestimmtesten lehren; da nun auch sonst nicht der leiseste Grund vorhanden ist, diese Scheiden für nervös zu halten, so bleibt eben die alte Ansicht stehen, dass dieselben unwesentliche Umhüllungsgebilde sind. Was die *Remak*'schen Fasern in den Nerven selbst anlangt, so kann ich wenigstens für die netzförmig verbundenen unter denselben mit »gangliösen Körnern« in den Anschwellungen, die ich zuerst bei *Remak* selbst sah, mit Entschiedenheit versichern, dass dieselben nichts als das von mir früher sogenannte netzförmige Bindegewebe und die Körner einfache Kerne sind, Bildungen, die ich übrigens jetzt als Netze von Bindegewebskörperchen erkannt und in ihrer weiten Verbreitung nachgewiesen habe (s. §. 23). Was dagegen die geraden kernhaltigen Fasern des *Sympathicus* betrifft, die mit embryonalen Fasern übereinzustimmen scheinen, so spreche ich mich jetzt entschieden dahin aus, dass dieselben Nervenfasern sind. Eine neue Untersuchung dieser Fasern hat mir gezeigt, dass dieselben chemisch sehr wesentlich vom Bindegewebe sich unterscheiden, indem sie beim Kochen nicht durchsichtig und gallertig werden und sich nicht auflösen, vielmehr gerade wie Muskelfasern und Bindegewebskörperchen trübe und undurchsichtig werden. Ebenso verhalten sie sich auch gegen sehr verdünnte Säuren ganz wie die genannten zwei Gewebstheile. Da nun bei den genannten Fasern an glatte Muskeln und Bindegewebskörperchen nicht zu denken ist, so wird wohl nichts anderes übrig bleiben, als dieselben für nervöse Elemente zu halten. Der Bau dieser Fasern ist übrigens noch lange nicht hinreichend bekannt. *M. Schultze* glaubte gesehen zu haben, dass die grauen Fasern der Eingeweidenerven einen besondern herausdrückbaren feinkörnigen Inhalt haben, in dem die Kerne liegen, und ich habe oben von den blassen Fasern der Milznerven gemeldet, dass sie ganz aus feinen Axencylindern ähnlichen Fäden und kleinen Spindelzellen dazwischen bestehen (§. 105), welcher Auffassung auch *Waldeyer* sich angeschlossen hat. An Einem Orte, nämlich im Herzen des Frosches, habe ich auch den Ursprung blasser Fasern von ächten Ganglienzellen bestimmt nachgewiesen, was wohl geeignet scheint, selbst die letzten Zweifel zu beseitigen. Immerhin wäre es erwünscht, wenn es auch an andern Orten gelänge, solche Ursprünge nachzuweisen und überhaupt den Bau dieser Fasern genauer aufzuhellen.

In neuerer Zeit (l. c.) hat *Remak* eine ganz neue Darstellung des Faserverlaufes im *Sympathicus* gegeben, die sich auf die von ihm schon im Jahre 1837 gemachte Entdeckung multipolarer Zellen in sympathischen Ganglien gründet. Nach *R.* führt der obere Ast eines jeden *Ram. communicans*, den er *spinalis* nennt, dem *Sympathicus* Fasern der motorischen und sensiblen Wurzeln der Rückenmarksnerven zu, welche im nächsten sympathischen Ganglion oder in dem darauffolgenden mit den multipolaren Zellen derselben sich verbinden. Aus eben diesen Zellen entspringen dann gröbere und feinere dunkelrandige und auch marklose Fasern, welche theils durch den untern Ast des *R. communicans* oder den *R. comm. sympathicus* an die Rückenmarksnerven zur peripherischen Verbreitung sich anschliessen, theils in die peripherische Ausbreitung des *Sympathicus* selbst übergehen, in welcher sie, je nach der Zahl der peripherischen Ganglien, noch ein oder mehrere Male mit multipolaren Zellen sich verbinden, die natürlich auch ihrerseits wieder peripherische Aeste abgeben. Der *Sympathicus* würde mithin entgegen der bisherigen Annahme keine spinalen Nervenfasern enthalten, die einfach in der Bahn desselben, jedoch ohne mit seinen Elementen sich zu verbinden, peripherisch verlaufen, und ebenso auch keine für sich verlaufenden eigenen Fasern besitzen, sondern erschiene als eine Summe vieler Rückenmarksnerven, deren Elemente vielfach sich theilen und an den Theilungsstellen Ganglienzellen führen. Durch diese Zellen und die vielen peripherisch von denselben abtretenden Röhren wäre die Selbständigkeit des *Sympathicus* gewahrt und die Faservermehrung erklärt, und zugleich auch die Auffassung der physiologischen Vorgänge viel mundgerechter gemacht, als bei der bisherigen Darstellung. Schade nur, dass *Remak* die Beweise für seine in kurzen Zügen hingeworfene Hypothese beizubringen vergessen hat. Das einzige thatsächlich Sichere an *R.'s* Darstellung scheint mir das zu sein, dass die sympathischen Ganglien multipolare Zel-

len enthalten, wovon ich selbst, zuerst an Präparaten von *Remak*, mich überzeugte. Nicht bewiesen hat dagegen *R.*, dass die unipolaren Zellen, die, wie er selbst zugesteht (p. 4), in den sympathischen Ganglien der Fische, Batrachier und am Kopfe der Säugethiere fast allein vorkommen, mit ihrem einfachen Fortsatze sich immer verästeln, und noch weniger möchte ein Unbefangener seine Darstellung des Verlaufes der Fasern der *Rami communicantes* und der Ausläufer der multipolaren Zellen als durch Thatsachen belegt ansehen können. Ich halte diesen *Remak*'schen Behauptungen folgende Thatsachen gegenüber: 1) Wie ich zuerst gezeigt habe und auch jetzt bestimmt behaupte, gehen die so häufig vorkommenden einfachen Fortsätze sympathischer Nervenzellen die meisten, ohne sich zu theilen, in dunkelrandige Fasern über. 2) Die von den sympathischen Nervenzellen entspringenden Fasern sind, abgesehen von den Stellen, wo nur blasse Fasern von ihnen entspringen (siehe oben), ohne Ausnahme feine, nie mitteldicke oder dicke, und kann daher keine Rede davon sein, die mitteldicken oder dicken Fasern in der peripherischen Ausbreitung des *Sympathicus* von den Zellen der Ganglien derselben abzuleiten. 3) Die Fasern des *Ramus communicans spinalis* verlaufen immer in dichten Bündeln durch den Grenzstrang und seine Ganglien peripherisch weiter und halte ich es für ausgemacht, dass die grosse Mehrzahl derselben mit den Nervenzellen der sympathischen Ganglien nichts zu thun hat. Diesen Thatsachen gegenüber kann *Remak's* Darstellung, die offenbar grösstentheils Hypothese ist — denn welcher nur etwas in diesen Sachen Bewanderte wird es für möglich halten, an Durchschnitten von Ganglien den Faserverlauf so genau zu verfolgen, wie *R.* meldet — keinen nachhaltigen Werth haben. Immerhin ist, wie ich glaube, die Wissenschaft demselben für den Nachweis der multipolaren Zellen sehr zu Danke verpflichtet und bin ich auch der Meinung, dass eine genauere Verfolgung derselben werthvolle Aufschlüsse über die Verrichtung des *Sympathicus* ergeben wird. Namentlich wird man jetzt weiter zu erforschen haben, ob die Fortsätze einer Zelle sensibel und motorisch sind, ob dieselben zur Verknüpfung weit entfernter Zellen dienen und ob vielleicht die spinalen Fasern des *Sympathicus* doch entweder durch Aeste oder in den peripherischen Ganglien, in denen jedoch, wie im Herzen (Ich) und im Darme (*Manz*, *Krause*) keine multipolaren Zellen vorzukommen scheinen, wogegen *Kollmann* beim Kinde solche gesehen zu haben glaubt, mit solchen Zellen sich verbinden.

Ich bringe nachträglich noch einige Bemerkungen über den Bau der Ganglienzellen.

Erstens die Beziehungen der abtretenden Nervenfasern zum *Nucleus* und *Nucleolus* anlangend, so bin ich neulich im *Ganglion Gasseri* auf eine Quelle der Täuschung aufmerksam geworden, die zu kennen nichts schaden kann. An einer Zelle gab der Kern scheinbar einen blassen gebogenen Fortsatz ab, der durch das Innere der Zelle gegen die Oberfläche lief und dann mit einer dunkleren knopfartigen Stelle endete. Die nähere Prüfung ergab, dass der *Nucleus* geplatzt war und dass der *Nucleolus* durch die Substanz der Zelle bis zur Oberfläche sich eine Bahn gegraben hatte, die wie eine vom Kern ausgehende Faser erschien. — Ferner habe ich im *Sympathicus* des Frosches die Ganglienzellen mit Carmin, Chlorgold und Ueberosmiumsäure geprüft und hierbei Folgendes gefunden. In Carmin färbt sich zuerst der *Nucleus* und *Nucleolus* intensiv roth und zeigen sich solche Kerne scharf begrenzt und ohne alle Verbindungen mit andern Theilen. Später färben sich auch die Zellenkörper hübsch roth, jedoch weniger als die Kerne und in diesem Stadium werden auch die entspringenden ächten Nervenfasern entschieden gefärbt gefunden, ebenso wie die Nervenfasern in den Stämmchen und die Kerne der Scheiden. Die Spiralfasern dagegen zeigten, abgesehen von ihren Kernen, nirgends eine gute Färbung, höchstens einen ganz schwachen, kaum bemerkbaren röthlichen Schimmer, auf den kein grösseres Gewicht zu legen ist, da auch Bindegewebe da und dort sich färbt. — In Chlorgold von $1/2$ % werden alle Nervenfasern des Frosch*sympathicus*, feine wie gröbere, intensiv violett, während die Kerne, die in den feineren von den Ganglien entspringenden Aestchen viel zahlreicher sind, als in den grösseren Stämmen, ungefärbt bleiben. An den Ganglienzellen färbt sich erst der Inhalt blass und dann immer dunkler violett, während *Nucleus* und *Nucleolus* ungefärbt bleiben, und zuletzt wird auch die abgehende gerade Faser violett gefunden; an den Spiralfasern dagegen gelang es mir nicht, eine Spur einer Färbung zu finden und ebensowenig sah ich etwas von gefärbten Fäserchen an der Oberfläche der Zelle, oder von einer Fortsetzung des *Nucleolus* zur abgehenden Nervenfaser. — Mit Ueberosmiumsäure habe ich bis jetzt noch keine brauchbaren Resultate erhalten und vermuthe ich, dass

die negativen Erfolge, zu denen ich kam, der vielleicht nicht untadeligen Beschaffenheit des Reagens zuzuschreiben sind, das mir zu Gebote stand.

Die mit Carmin und Chlorgold erhaltenen Ergebnisse sprechen offenbar mehr zu Gunsten der nicht nervösen Natur der Spiralfasern und will ich nun auch noch anführen, dass durch Behandlung mit Chlorgold in allen kleineren sympathischen Stämmchen der Bauchhöhle nur markhaltige Fasern zum Vorschein kamen, deren Scheiden sehr reich an Kernen waren, wogegen kernhaltige Spiralfäden mit Ausnahme der nächsten Nähe der Ganglien fehlten. So scheint es fast, als ob die Spiralfäden später zu Scheiden der einzelnen Nervenfasern würden, während die Scheiden der Ganglienzellen mit den Scheiden der Stämmchen verschmelzen.

§. 124.

Entwickelung der Elemente des Nervensystems.

Die Nervenzellen bilden sich wo sie vorkommen, einfach durch Umwandlungen der sogenannten Embryonalzellen, welche sich vergrössern und eine bestimmte Zahl von Fortsätzen treiben, und zwar entstehen die des centralen Nervensystems und der *Retina* aus gewissen Zellen der embryonalen Medullarplatte, die der peripherischen Ganglien aus Elementen des mittleren Keimblattes.

Manche Nervenzellen scheinen auch später **durch Theilung sich zu vermehren**, wenigstens weiss ich das häufige Vorkommen von zwei Kernen in den Nervenzellen junger Thiere, besonders in denen der Ganglien und von verschiedenen Beobachtern gesehene durch kurze Verbindungsstränge zusammenhängende Zellen nicht anders zu deuten.

Die **peripherischen Nervenfasern** scheinen nicht an Ort und Stelle zu entstehen sondern von den Centren (Gehirn, Mark, Ganglien) als Fortsätze der Nervenzellen hervorzuwachsen, um welche dann Zellen des mittleren Keimblattes sich herumlagern und die ersten Anlagen der Nervenprimitivscheide bilden, doch ist die Entwickelung dieser Elemente noch nicht so genau verfolgt, dass sich etwas ganz Bestimmtes über dieselbe aufstellen liesse. Einmal angelegt, bestehen die Nervenfasern aus blassen platten Fasern, von 2—6,7 μ Breite mit Kernen und sind grau oder mattweiss (Fig. 221. 1). Später, bei menschlichen Embryonen vom vierten oder fünften Monate an, werden die Nerven immer weisslicher und entwickelt sich in ihren Fasern, die wahrscheinlich schon von Anfang an einen Axencylinder enthalten, die weisse oder Marksubstanz, wie ist noch nicht genau erkannt, von welchem Augenblicke an der Rest der blassen Faser sammt den Kernen als Primitivscheide erscheint (Fig. 221. 2).

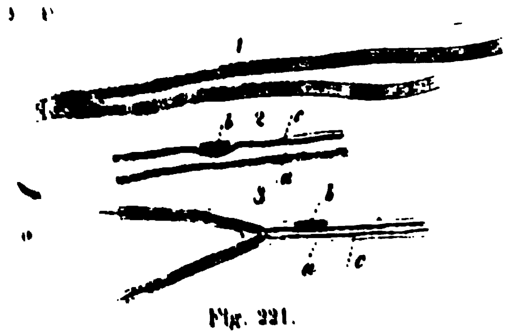


Fig. 221.

Die Entwickelung der **Nervenendigungen**, die in einiger Beziehung anders sich zu verhalten scheint, als die der Nervenstämme, kann, wie ich gezeigt habe (*Annal. d. sc. nat.* 1846, p. 102. Tab. 6. 7.), im Schwanze der Larven nackter Amphibien mit Leichtigkeit verfolgt werden (Fig. 221, 3. Fig. 222). Hier finden sich, wie schon *Schwann* meldet (p. 177), als erste Anlage

Fig. 221. 1. Zwei Nervenfasern aus dem *Nervus ischiadicus* eines 16 Wochen alten Embryo. 2. Nervenröhre von einem neugeborenen Kaninchen; *a.* Hülle derselben, *b.* Kern, *c.* Markscheide. 3. Nervenfaser aus dem Schwanze einer Froschlarve, *a. b. c.* wie vorhin. Bei *d* ist die Faser noch von embryonalem Charakter; die dunkelrandige Faser zeigt eine Theilung.

der Nerven blasse, verästelte, 0,001—0,002''' messende Fasern, die stellenweise zusammenhängen und Alle schliesslich in feinste Fäserchen von 0,4—0,9 μ frei ausgehen. Es hat nicht die geringsten Schwierigkeiten, zu zeigen, dass diese Fasern durch Verschmelzung spindelförmiger Zellen entstehen, denn man sieht erstens solche Zellen theils noch für sich dicht an denselben anliegen, theils mehr oder weniger mit ihren Ausläufern verbunden, und findet zweitens an den etwas angeschwollenen Theilungsstellen der Fasern deutliche Zellenkerne und, wenigstens bei jungen Larven, neben denselben die bekannten eckigen Dotterkörperchen, die anfänglich alle Zellen der Embryonen erfüllen. Anfänglich nun ist die Zahl der blassen embryonalen Nerven sehr gering und beschränkt sich auf einige kurze, dicht neben der Musculatur des Schwanzes gelegene Stämme, nach und nach aber entwickeln sich dieselben in der Richtung vom Centrum nach der Peripherie weiter in die durchsichtigen Theile der Schwänze hinein, dadurch, dass immer neue Zellen mit den vorhandenen Stämmen sich verbinden, während diese auch selbst fast wie die Capillaren derselben Larven, durch zarte Ausläufer unmittelbar sich vereinen. — Sind diese feinen Verästelungen, über deren nervöse Bedeutung wohl kaum Zweifel obwalten können, wenn man sieht, dass die Larven, die sie führen, schon sehr lebhaft empfinden, einmal angelegt, so zeigen sie dann noch folgende weitere Veränderungen. Indem die Fasern allmählich zum zwei- bis vierfachen ihres ursprünglichen Durchmessers sich verdicken, entwickeln sie nach und nach, und zwar von den Stämmen nach den Aesten zu, dunkelrandige feine Primitivfasern in sich, deren Entwickelung nicht weiter zu verfolgen ist. Auffallend sind hierbei folgende, bei höheren Thieren noch nicht gesehene Verhältnisse. 1) Wo eine blasse embryonale Faser gabelförmig sich spaltet, bildet sich hie und da, obschon nicht immer, auch eine Theilung der in ihr sich entwickelnden dunkelrandigen Röhre aus. 2) Die dunkelrandigen Röhren erfüllen die blassen Fasern, in denen sie entstehen, fast nie ganz, sondern meist bleibt ein Zwischenraum, häufig von demselben Durchmesser, den sie selbst darbieten, zwischen ihnen und der Hülle der embryonalen Fasern übrig, in welchem dann hie und da die Kerne der ursprünglichen Bildungszellen zu sehen sind. 3) In den Stämmen und Hauptästen der embryonalen Fasern entwickeln sich ganz unzweifelhaft mehrere (2—4) dunkelrandige Röhren innerhalb einer und derselben embryonalen Fa-

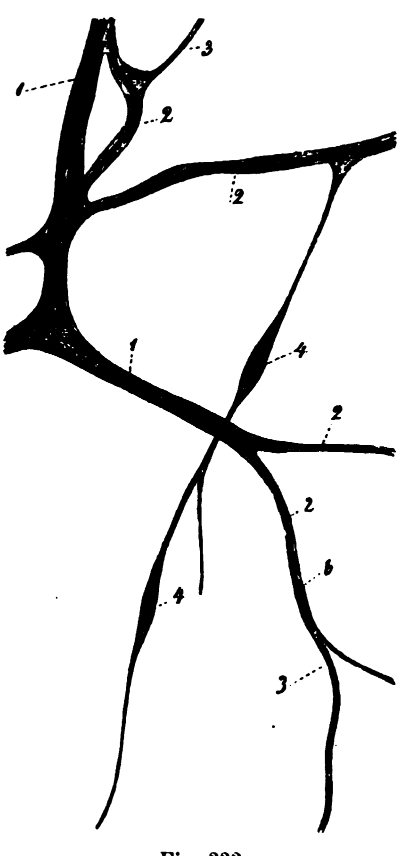


Fig. 222.

Fig. 222. Nerven aus dem Schwanze einer Froschlarve, 350mal vergr. 1. Embryonale Nervenfasern, in denen sich mehr als Eine dunkelrandige Röhre entwickelt hat. 2. Solche, die nur Eine solche enthalten, die in der einen Faser bei *b* aufhört. 3. Embryonale blasse Fasern. 4. Untereinander und mit einer fertigen Nervenfaser verbundene spindelförmige Zellen.

... weisen scheint, dass es auch periphe- ... Scheide gibt (vgl. S. 322), und wel- ... ebenfalls innerhalb einer Röhre eine ... — Da die Schwänze der Froschlarven ... Nerven nicht bis zu einer solchen ... Doch sieht man bei den ältesten Larven, ... und an der Peripherie theils schlin- ... ausgehen, so jedoch, dass die anfäng- ... und, von den dunkelrandigen ausgehend, ... Anastomosen und freien Enden bilden.

... Nerven der Froschlarven verweilt, wenn nicht ... noch bei vielen andern Nervenendigungen ... der elektrischen Organe der Rochen, die ... älterer Froschlarven übereinstimmen und, wie ... wiss. Zoologie 1849. S. 38), gerade ebenso sich ... Haut der Maus und des Darmes sich, *Billroth*, ... *Kühne*, ich), im Herzen und den glatten Muskeln ... und so möchte die Zukunft lehren, dass überall, wo ... finden, die Entwickelung im Wesentlichen ebenso ... beschrieben.

... der Nervenfasern in den Centralorganen ... Untersuchungen und ist das in dieser Beziehung ... besprochen.

... Veränderungen der Nervenröhren ist schon bemerkt ... sehr beträchtlich an Dicke zunehmen. Nach *Har-* ... noch nicht dunkelrandigen Nervenfasern des *Medianus* ... menschlichen Fötus im Mittel 3,4 μ, bei einem Neugebornen ... Die Dickenzunahme der Nerven selbst scheint nach ... an einzig und allein auf Rechnung der Vergrösserung ... zu kommen, da schon der Fötus und Neugeborene ... besitzen, wie der Erwachsene.

... Mikr. Anat. u. Handb. 3. Aufl., wornach die Nervenfasern ... förmige Gebilde mit Kernen auftreten, sind mir zweifelhaft ... der Bindesubstanz im centralen Nervensysteme ken- ... habe, die Beobachtungen von *Kupffer*, *Bidder* und ... der weissen Rückenmarksstränge und Nervenwurzeln beim ... S. 256—267). Diesen Erfahrungen zufolge bestehen ... anfänglich ganz und gar aus feinen Fäserchen ohne Beimengung ... von denen *Bidder* und *Kupffer* es für möglich halten, dass sie ... wachsen und annehmen, dass sie nur die Axencylinder seien, ... einem zwischen dieselben eingelagerten Blasteme aus neugebil- ... und das Mark sich bilde. Auch ich kann nicht anders als ... Nervenfasern von Gehirn und Mark einfach als Ausläufer ... bilden und dass keinerlei andere Zellen an der Bildung der- ... womit auch das stimmt, dass an diesen Fasern allen eine kern- ... Bindesubstanzzellen der weissen Substanz, die anfänglich ... bilden sich wahrscheinlich von der *Pia mater* aus gleichzeitig ... Innere des Markes hinein, während in der grauen Substanz diese ... aus einem Theile der ursprünglichen Bildungszellen sich entwickeln ... ll i. e.

... schen Nervenfasern liess man früher *in loco* sich bilden, nach dem ... die centralen Nervenfasern wissen und nach den neueren Daten der ... ist es wahrscheinlich, dass auch sie, d. h. deren Axencylinder, über- ... Nervenzellen der grossen Centren und der Ganglien entstehen, an die

dann gewisse in der Peripherie sich entwickelnde Theile sich anlegen und die Scheiden darstellen. Diesem zufolge hätte man anzunehmen, dass die Nervenfasern der motorischen Wurzeln in ihren Axencylindern von den Nervenzellen der motorischen grauen Kerne im Mark und Gehirn abstammen und von denselben aus ununterbrochen bis zu ihrer Endausbreitung herauswachsen. Für die sensiblen Wurzeln würden vielleicht vor Allem die Ganglien eine Ursprungsstätte von Fasern sein, nebstdem aber möglicherweise auch das Mark und Gehirn, und bei den Ganglienfasern des *Sympathicus* würden die Zellen der betreffenden Ganglien diese Stelle übernehmen. Durch Anlagerung von Bindesubstanzzellen um die Axencylinder würden die Scheiden der Nervenfasern entstehen und das Nervenmark, das anfänglich nicht da ist, wäre als eine secundäre Bildung anzusehen, die möglicherweise vor Allem auf Rechnung einer absondernden Thätigkeit der umhüllenden Zellen käme.

Dieser Hypothese von dem Auswachsen der Axencylinder von den Nervenzellen aus und ihrem allmählichen Hineinwachsen in die Peripherie hat in neuester Zeit *Hensen* eine andere gegenübergestellt, der zufolge die Axencylinder zwar auch als Zellenauswüchse erscheinen, in der Art jedoch, dass sie immer zwischen zwei Zellen sich bilden, von denen entweder beide Nervenzellen sind oder die eine ein nervöses peripherisches Endorgan darstellt und somit nie ein freies wachsendes Ende haben. *Hensen* ist besonders durch die Verhältnisse der Nervenenden in der Epidermis der Froschlarven zu dieser Aufstellung gelangt. Er glaubt nämlich gefunden zu haben, dass die sensiblen Nerven des besagten Thieres in den *Nucleoli* der Epidermiszellen enden und nimmt nun an, dass von der Zeit der allerersten Entwicklung an bestimmte Zellen des Keimes bei ihrer Vermehrung durch Theilung nicht vollständig sich sondern, sondern durch Zwischenfäden in Verbindung bleiben. Bei der Sonderung des Keimes in Blätter erscheinen dann beispielsweise solche Zellen als Elemente des Hornblattes und der Medullarplatte und der Zwischenfaden als eine beide Theile verbindende Nervenfaser, welche später immer mehr sich auszieht und im Zusammenhang mit der fortschreitenden Theilung der Hornblattzellen peripherisch sich theilt, mit andern Worten sich verästelt. Aehnlich denkt sich *Hensen* auch die genetischen Beziehungen zwischen den Nervenzellen und allen anderen Endapparaten und zwischen den Nervenzellen selbst und glaubt er, dass diese seine Auffassung ebenso viel oder mehr für sich habe, als die andere oben vertretene. — Ich will nun keineswegs leugnen, dass an *Hensen's* Ansicht etwas Wahres ist und liegt es gewiss am Nächsten, Verbindungen von Nervenzellen im Gehirn und Mark und in Ganglien, wenn sie wirklich sich finden, so wie in andern aus der Medullarplatte sich bildenden Theilen, wie zwischen den Zapfen und Stäbchen und den Nervenzellen der *Retina*, in besagter Weise sich entwickeln zu lassen, wie diess auch schon *Beale* z. Th. angedeutet hat. Was dagegen die übrigen Nervenfasern anlangt, so kann ich für einmal *Hensen's* kühner Hypothese nicht beitreten und zwar aus folgenden Gründen. Erstens sind durchaus nicht alle Endigungen von Nerven mit Endzellen verbunden und ist selbst die Beobachtung über die Nervenenden in der *Epidermis* von Froschlarven noch nicht bestätigt. Wo aber freie Nervenenden sich finden, wie in den elektrischen Organen, der *Cornea*, den meisten Schleimhäuten, der äussern Haut der höhern Thiere, der *Pacini*'schen Körperchen etc. ist *Hensen's* Hypothese einfach unmöglich. Zweitens spricht für dieselbe auch nicht Eine directe Beobachtung aus der Entwicklungsgeschichte und hat nicht nur noch Niemand in frühen Zeiten Verbindungen der Zellen des Medullarrohres und der andern Keimblätter gefunden, sondern es zeigten sich gerade umgekehrt die einzelnen Primitivorgane (Urwirbel, Chorda, Medullarrohr, Hornblatt, Seitenplatten) durch deutliche Spalten getrennt. Drittens führt der Versuch, *Hensen's* Theorie durchzuführen, selbst beim Hornblatte und Darmdrüsenblatte auf Unmöglichkeiten und bitte ich nur an der Hand der Figuren 17 und 24—26 meiner Entwicklungsgeschichte den Nachweis des Zusammenhanges von Zellen aller Regionen des Hornblattes und Darmdrüsenblattes sowie der Seitenplatten mit dem Medullarrohre zu versuchen, um diess einzusehen. Viertens endlich hat ja die Entwicklungsgeschichte bestimmt nachgewiesen, dass die Nerven als dicke Stämme in die Peripherie wachsen und zwar in einer relativ späten Zeit (s. bes. *Remak's* Unters.) und sehe ich nicht ein, dass hier eine andere Möglichkeit vorliegt, als die, ein allmähliches Hereinwachsen anzunehmen.

Angenommen, die Axencylinder der peripherischen Nervenfasern seien einfach Fortsätze der Nervenzellen, so ist dann die weitere Frage die, wie sich die Scheiden derselben entwickeln und welche Bedeutung den blassen kernhaltigen Endigungen zukomme, die bei der ersten Anlage der Nerven auftreten (Fig. 222). Ersteres anlangend, so ist kaum zu be-

zweifeln, dass die Scheiden der Nervenfasern in den Stämmen einfach aus verschmelzenden oder aneinander sich lagernden Bindesubstanzzellen hervorgehen und würden dieselben somit nahe an die Scheiden im centralen Nervensysteme sich anreihen, deren Zellen, wenn auch nicht scharf begrenzte Hüllen für die einzelnen Fasern, doch Fächer für dieselben bilden. Was die blassen kernhaltigen Endigungen sich entwickelnder Nerven betrifft, so ist sicher, dass dieselben in ihren Resten später einfach als Scheiden erscheinen (Fig. 222), die mit den Scheiden der Stämme zusammenhängen, und betrachte ich somit diese Bildungen als verschmolzene Bindesubstanzzellen, welche einfach zur Umhüllung der Nervenfasern dienen. Hierbei muss es nun freilich vorläufig als unermittelt angesehen werden, ob die Axencylinder vor diesen Endscheiden da sind, wie *Hensen* im Schwanze der Froschlarven gesehen zu haben glaubt, oder ob die Scheiden das Primitive sind und die Nerven erst secundär in dieselben sich hineinbilden, wie mir die Sache bis jetzt vorgekommen ist. Bei der letzteren Auffassung würde es am nächsten liegen, die kernhaltigen embryonalen Endigungen als wirklich verschmolzene Zellen mit Continuität der Zellenlumina anzusehen, in welche dann die Axencylinder hineinwachsen, allein bei dieser Annahme wäre der Zusammenhang dieser terminalen Scheiden mit denen der grösseren Stämmchen schwer zu begreifen und neige ich mich somit mehr der Ansicht zu, dass auch die terminalen Scheiden aus Zellen bestehen, die nach Art der Elemente, die die Capillarröhren bilden, um die Axencylinder herumliegen. Ebenso gut wie die Anlagen der Haargefässe anfänglich kein Blut enthalten, so könnten auch die in der angegebenen Weise aufgefassten Anlagen der terminalen Nervenscheiden ursprünglich leer, d. h. ohne Axencylinder sein und diese nachträglich in sie hineinsprossen.

Mit dem Gesagten soll nicht behauptet werden, dass Endigungen von Axencylindern oder Nervenfasern nirgends mit kernhaltigen Fasern oder mit wirklichen Zellen von nervöser Bedeutung verbunden sind, vielmehr ist sicher, dass solche Verbindungen an manchen Orten vorkommen, wie in den höheren Sinnesorganen und bei Wirbellosen, dann bei allen bipolaren Nervenzellen, doch ist es im einzelnen Falle oft schwierig, eine bestimmte Entscheidung zu geben, weil die wirklichen Scheiden an den Enden oft so mit den Axencylindern verschmelzen, dass ihr Ende nicht nachzuweisen ist (Figg. 172, 173).

Der Schluss, der aus allem dem Bemerkten mit Bezug auf die Natur der Nervenfasern abzuleiten ist, ist der, dass alle Nervenfasern, auch die peripherischen, einer Hülle entbehren, die einer Zellmembran gleichwerthig wäre und dass dieselben nichts anderes sind als hüllenlose Fortsätze von Protoblasten, die meist eine Scheide einer besonderen Substanz (das Nervenmark) und eine Umhüllung von einfacher Bindesubstanz besitzen, aber auch an den Anfängen und letzten Enden ganz nackt vorkommen.

In Betreff der bei Untersuchungen des Nervensystems anzuwendenden Methoden ist in den vorhergehenden §§. schon Manches angeführt worden. Zur Erforschung des centralen Nervensystems dienen besonders zwei Methoden, einmal die Erhärtung in starkem Alkohol (*Stilling's* erste Methode, *Clarke*) und zweitens die in Chromsäure oder in doppelt-chromsaurem Kali (*Eigenbrodt*, ich). Die erste gibt sehr schöne Präparate, wenn man wie *Clarke* die mit einem befeuchteten Rasirmesser entnommenen Schnitte erst 1 oder 2 Stunden in einer Mischung von 1 Th. Essigsäure und 3 Th. Weingeist liegen lässt, dann wieder in Weingeist bringt und nach 1—2 St. in Terpentinöl legt, welches den Weingeist austreibt und den Schnitt ganz durchsichtig macht, so dass er dann in Canadabalsam aufbewahrt werden kann. Der Nachtheil solcher Präparate liegt darin, dass das Mark der Nervenröhren ganz durchsichtig wird, so dass nur noch die Axencylinder deutlich bleiben und ihr Verlauf nicht immer leicht zu verfolgen und eine Unterscheidung von den Ausläufern der Zellen kaum möglich ist. Die zweite zuerst von mir in einem ausgedehnten Maassstabe befolgte und jetzt ziemlich allgemein angenommene Methode gibt ausgezeichnete Präparate, wenn man beim Erhärten vorsichtig ist. Ich ziehe jetzt doppelt-chromsaures Kali der Chromsäure vor, die die Schnitte leicht zu spröde macht, und lege das Hauptgewicht auf das wiederholte Wechseln der Flüssigkeit. Man beginne mit 1—2% Lösungen und gehe allmählich zu 3—4%, bis die Präparate in allen Theilen gut erhärtet sind. Zum Durchsichtigmachen feiner Schnitte ist ein Hauptmittel verdünntes Natron, welches namentlich die graue Substanz aufhellt und den Verlauf der dunkelrandig erscheinenden Nervenröhren verfolgen lässt, welchen Dienst auch verdünnte Schwefelsäure leistet (*Bidder* und *Kupffer*). Will man die Präparate aufheben, so wasche man das Natron aus und lege sie in ein verdünntes Glycerin oder in Chlorcalcium. In neuerer Zeit ist nun noch die von *Gerlach* eingeführte

Färbung mit Carmin dazugekommen, welche sowohl bei Alkohol- als Chromsäurepräparaten angewendet werden kann und verbunden mit *Clarke's* Methode ausgezeichnet schöne Präparate gibt, über deren Anfertigung im Einzelnen die Arbeiten von *Stilling*, *Goll*, *Reissner* und *Dean* nachzusehen sind. Auch Chromsäurepräparate mit Terpentinöl aufgehellt sind zur Untersuchung des Faserverlaufes sehr brauchbar. — Gehirn und Mark erforscht man am besten beim Menschen, die Elemente der Ganglien eben so, den Faserverlauf in denselben dagegen und die Nervenendigungen vor Allem bei kleinen Säugethieren und erst in zweiter Linie beim Menschen. Zum Aufsuchen der kleinen Ganglien im Herzen empfiehlt *Ludwig* die Behandlung mit Phosphorsäure und Iodwasserstoff-Iodlösung, letztere so verdünnt, dass sie einen Stich ins Braune hat. Ich finde für alle peripherischen Nervenenden die von mir bei Gelegenheit der Muskelnerven aufgeführten Methoden (s. §. 90) ausgezeichnet, vor Allem die sehr verdünnte Essigsäure, nur beachte man, dass dieselbe die markhaltigen feineren Röhren erblassen macht und dass man immer auch frischer Stücke und des verdünnten Natrons sich zu bedienen hat, wenn man über die Verbreitung solcher Elemente ins Klare kommen will. Ueber die Anwendung des Chlorgoldes siehe oben. — Für die Entwickelung eignen sich menschliche und Säugethier-Embryonen ganz gut, doch vergesse man die Batrachierlarven und bei gegebener Gelegenheit die elektrischen Organe der Rochen-Embryonen nicht, bei denen die Verhältnisse weitaus am Klarsten vorliegen.

Literatur der Nerven. Elemente des Nervensystems. *C. G. Ehrenberg*, Beobachtung einer bisher unerkannten Structur des Seelenorgans des Menschen. Berlin 1836; *G. Valentin*, in *Müll.* Arch. 1839, p. 139; 1840, p. 218; im Repertorium von *Valentin* 1838, p. 77; 1840, p. 78; 1841, p. 96; 1843, p. 96, und: Hirn- und Nervenlehre, Leipzig 1841; *J. E. Purkyně*, im Bericht über die Versammlung deutscher Naturforscher in Prag, im Jahr 1837. Prag 1838, p. 177 und in *Müll.* Arch. 1845, p. 281; *R. Remak*, in *Müll.* Arch. 1841, p. 506; 1844, p. 461; *J. F. Rosenthal*, *De formatione granulosa in nervis aliisque partibus organismi animalis. Vratisl.* 1839; *R. Wagner*, Neurol. Unters. Gött. 1854; *Remak*, Bau d. Nervenfas. u. Ganglienkugeln im Berichte von Wiesbaden, 1853, p. 182; Ueb. gangliöse Nervenfasern in Berl. Monatsber. 1852; Ueb. multipol. Ganglienzellen. Ebendas. 1854; Neurol. Beobachtung in Deutsche Klinik 1855, Nr. 27; *Ch. Robin*, *Sur le perinèvre* in *Arch. gén.* 1854, p. 323; *Schiff*, Neurol. Notiz in Arch. d. Ver. f. g. Arb. I; *Klebs*, in *Virch.* Arch. Bd. 32. St. 176; *L. Besser*, in *Virch.* Arch. Bd. 36. St. 134 u. 305. Ausserdem vergl. man die im §. 31 angeführten Arbeiten.

Centralorgane: *Volkmann*, Art. »Nervenphysiologie« in *Wagn.* Handwörterb. II; *Stilling* und *Wallach*, Untersuchungen über die Textur des Rückenmarks, Leipzig 1842; *Stilling*, Ueber die *Medulla oblongata.* Erlangen 1843; Untersuchungen über den Bau u. Verrichtungen des Gehirns. I. Ueber den Bau der Varolischen Brücke. Jena 1846; *Lockhart Clarke*, in *Phil. Transact.* 1851—53; *On the anatomy of the spinal cord* in *Beale's Archives of medicine III. p.* 200; *Researches on the intimate structure of the brain* in *Proceedings of the Royal Society Vol. VIII. Nr.* 27 und *Phil. Transact.* 1858. I; *Further researches on the grey subst. of the spinal cord* in *Phil. Transact.* 1859. I. p. 437; *Schilling*, *De medulla spin. Dorp.* 1852; *Owsjannikow*, *De medullae spin. inprimis in piscibus str. Dorp.* 1854. *Diss.*; *Kupffer*, *De med. spinal. text. in ranis. Dorp.* 1854. *Diss.*; *Metzler*, *De med. spinal. avium textura. Dorp.* 1855. *Diss.*; *Schröder v. d. Kolk*, *Anat. phys. onderzoek over het ruggemerg. Amst.* 1854; *Bratsch* und *Ranchner*, Zur Anat. d. Rückenmarks. Erl. 1855; *v. Lenhossek*, Neue Unters. üb. d. f. Bau d. centr. Nervens. in Denkschr. d. W. Acad. X. 1855. 2. Aufl. 1858 und Beitr. z. Erört. d. hist. Verh. d. centr. Nervens. in Wiener Sitzungsber. Bd. 30. S. 34; *Jacubowitsch*, Mikr. Unters. üb. d. Nervenursprünge in *Mél. biolog.* II. 1856 p. 374; Mitth. üb. d. f. Bau v. Gehirn u. Mark. Breslau 1857; *Rech. compar. sur le système nerveux* in *Compt. rendus* 1858, 30. Aug.; *Bidder* und *Kupffer*, Unters. üb. d. Text. des Rückenmarkes. Leipzig 1857; *Gratiolet*, *Note sur la structure du syst. nerv.* in *Compt. rend.* 1855, p. 22; *Stilling*, Neue Unters. üb. d. Bau d. Rückenmarks. Cassel 1857—1859; *Kölliker*, Bau d. Rückenm. nied. Wirb. in Zeitschr. f. wiss. Zool. VIII; *Bergmann*, Notiz üb. e. Structurv. d. *Cerebellum* u. Rückenmarks in Zeitschr. f. rat. Med. N. F. Bd. VIII. p. 360; *R. Berlin*, Beitr. z. Structurlehre d. Grosshirnwindungen. Erlangen 1858. Diss.; *J. Gerlach*, Mikr. Studien aus dem Gebiete der menschl. Morphologie. Erlangen 1858. 8 Taf.; *P. Owsjannikow*, in Arch. f. path. Anat. Bd. XV.

p. 150; *R. Wagner*, krit. und exp. Unters. über d. Funct. d. Hirns in Götting. Nachr. 1859. No. 6, 1860. No. 4; *H. Hess*, *De cerebelli gyrorum text. disq. Dorpat* 1858. *Diss.*: *J. Schröder v. d. Kolk*, *Von het fynere zamenstel en de werking van het verlengde ruggemerg. Amsterdam* 1858; *J. Kupffer*, *De cornu ammonis textura. Dorpat* 1859. *Diss.*: *E. Stephany*, Beitr. z. Histologie der Rinde d. grossen Gehirns. Dorpat 1860; *F. Goll*, Beitr. z. fein. Anat. des menschl. Rückenmarks. Zürich 1860; *J. B. Trask*, *Contrib. to the anat. of the spinal cord. San Francisco* 1860; *E. v. Bochmann*, Ein Beitr. z. Histologie des Rückenmarkes. Dorpat 1860. Diss.; *J. Dean*, *Micr. Anat. of the lumbar enlargement of the spinal cord. Cambridge. America* 1861; *G. Walter*, Ueber d. fein. Bau d. *Bulbus olfactorius* in *Virch.* Arch. XXII. 1861. S. 241; *H. Luschka*, Der Hirnanhang u. die Steissdrüse des Menschen. Berlin 1860. 2 Taf.; *P. Owsjannikow*, Ueber d. feinere Structur des *Lobi olfactorii* der Säugethiere in *Müll.* Arch. 1860. S. 469; ferner über das Rückenmark etc. in *Bull. de l'Acad. de Petersb. VII. p.* 137, über das *Cerebellum* ebend. *p.* 157; *L. Clarke*, Ueber den Bau des *Bulbus olfact.* u. der Geruchsschleimhaut in Zeitschr. f. w. Zool. XI. S. 31; *E. Reissner*, Zur Kenntn. d. Rückenmarks von *Petromyzon fluviatilis* in *Müll.* Arch. 1860. S. 545; *L. Stieda*, Das Rückenmark u. e. Theile d. Gehirns von *Esox lucius. Dorpat* 1861. *Diss.*; *J. Traugott*, Beitr. z. f. Anat. d. Rückenm. v. *Rana temporaria. Dorpat* 1861. *Diss.*; *J. Wagner*, in *Müll.* Arch. 1861. S. 735. (Doppelter Centralcanal); *Uffelmann*, in *Henle's* Zeitschr. Bd. XIV. 1862. S. 232. (Graue Substanz des Hirns); *E. Rutkowsky*, Ueber die graue Substanz der Hemisphären des kleinen Gehirns. Dorp. 1861. Diss.; *J. G. de Voogt*, *Besch. o. d. zamenstelling van het ruggemerg. Leyd.* 1862. *Diss.*; *L. Mauthner*, in Wien. Sitzungsber. Bd. 43 (Bindegewebskörp. d. centr. Nervens.); *F. E. Schulze*, Ueber d. fein. Bau d. Rinde d. kl. Gehirns. Rostock 1863; *J. Wagner*, Ueber d. Ursprung d. menschl. Sehnervenfas. im Gehirn. Diss. Dorpat 1863; *L. Clarke*, in *Phil. Trans.* 1862. *II. p.* 911 (Entw. d. Markes); in *Proceed. of the Lond. Royal Society XI. p.* 359, *XII. p.* 716; *E. Reissner*, Der Bau des centr. Nervens. d. ungeschwänzten Batrachier. Dorpat 1864; *C. Frommann*, Unters. üb. d. norm. u. path. Anat. d. Rückenmarks. Jena 1864; *B. Stilling*, Unters. üb. d. Bau d. kl. Gehirns. Heft 1. Cassel 1864; *Dean*, *The gray subst. of the med. obl. and trapezium. Washington* 1864; *J. Grimm*, in *Müll.* Arch. 1864. St. 502 (Mark v. *Vipera berus*); *L. Stieda*, in *Müll.* Arch. 1864. St. 407 (*Cerebellum*); *O. Deiters*, Unters. üb. Gehirn u. Mark d. Menschen u. d. Säug. Braunschw. 1865; *G. Boddaert*, in *Bullet. de l'Acad. de Belgique. T.* 19. *p.* 58; *T. Langen*, *De hypophysi cerebri. Diss. Bonn* 1864; *J. Henle*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 24. p. 143; *J. Luys*, *Rech. s. le système nerveux cérébro-spinal. Paris* 1865; *L. Beale*, in *Proceed. of the London Royal Society. Vol. XII. p.* 671. *T. Meynert*, in Oesterr. Zeitschr. f. prakt. Heilk. 1865 No. 1, 2, 5, 8, 10, 20; in Allg. Wien. med. Zeit. 1865 No. 51, 52; 1866 No. 2; in Zeitschr. d. k. k. Gesellsch. d. Aerzte in Wien 1866.

Peripherisches Nervensystem mit Inbegriff des *Sympathicus*: *R. Wagner*, Sympathischer Nerv, Ganglienstructur u. Nervenendigungen in *Wagner's* Handwb. d. Phys. Liefg. XIII. p. 360; Sympathische Ganglien des Herzens. Ibid. p. 452; *H. Stannius*, Das peripherische Nervensystem der Fische. Rostock 1849. Ferner im Archiv für phys. Heilk. 1850 und in Gött. Nachr. 1850. Nr. 5—16, 1851. Nr. 17; *E. G. Waller*, *Nouvelle méthode anatom. p. l'investig. du syst. nerv. Bonn* 1852. 4. und in *Müll.* Arch. 1852. S. 393; *C. Axmann*, Beitr. z. mikr. Anat. u. Phys. d. Gangliennervens. Berlin 1853; *Küttner*, *De origine nervi sympath. ran. Dorpat* 1854. *Diss.*; *M. Krause*, Ueber Nervenendigungen in Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. Bd. V. S. 28; *Kollmann*, Ueber den Verlauf der *Vagi* in der Bauchhöhle in Zeitschr. f. w. Zool. X. 413; *E. Reissner*, Neurol. Studien in *Müll.* Arch. 1861. p. 615 und 1862. p. 125; *L. Beale*, in *Arch. of med. Nr.* 13. *p.* 19; *Duchenne*, in *Compt. rend.* 1865. *Janv.* [Cervicalganglien des *Sympath.*]; *Rüdinger*, Die Verbreitung des *Sympathicus* in der animalen Röhre. 1862. und die Rückenmarksnerven der Baucheingeweide. München 1866; *Luchtmans*, in *Anteek. etc. van het Utrechtsche genootschap. Utrecht* 1864 (*Sympathicus*); *Kollmann* und *Arnstein*, in Zeitschr. f. Biol. II. St. 271; *Courvoisier*, Beob. über d. sympath. Grenzstrang. Basel 1866. Diss. und im Arch. f. mik. Anat. II S. 13.

Hüllen und Gefässe des Nervensystems: *Luschka*, in *Müll.* Arch. 1852. p. 103 (*Pacchion. Granulat.*); Die Adergeflechte des menschl. Hirns. Berlin 1855 in Zeitschr. f. rat. Med. VII. p. 68; *E. H. Ekker*, *De cerebri et med. spin. syst. vas. capill. Trajecti* 1853. *Diss.*; *Oegg*, Die Unters. u. d. Anordnung d. Gef. d. kl. Hirns. Aschaffenb. 1857. Diss.; *W. Krause*, *De vasis sanguiferis in cavo cranii. Diss. Kiow.* 1855; *E. Häckel*, in

Virch. Arch. XVI. 259 (*Plex. choroid.*); *Virchow*, ibid. XVI. 180 (Pigment d. *Arachnoidea*); *L. Meyer*, in *Virch.* Arch. XIX. 171 (*Pacchion. Granul.*); *Fr. Goll*, in Vierteljahrschr. d. Zürch. nat. Ges. 1864 (Gefässe des Markes).

Elektrische Organe und eigenthümliche Nervenenden der Thiere. *R. Wagner*, Ueber den innern Bau der elektrischen Organe im Zitterrochen. Göttingen 1847; *Robin*, in *Annal. d. sc. natur.* 1847 (*Raja*); *H. Müller*, in Würzb. Verh. II. 21 und 134 (*Torpedo* und Follikel der Plagiostomen); *Leydig*, in *Müll.* Arch. 1854. S. 317 (*Raja*) und Anat. d. Rochen und Haie. 1852 (Follikel u. Schleimcanäle); *Remak*, in *Müll.* Arch. 1856. p. 467 (*Torpedo*); *Kölliker*, Würzb. Verh. VIII (*Torpedo, Raja, Savi's* Follikel, Nervenkörperchen v. *Stomias*); *C. Eckhard* in Beitr. z. Anat. und Phys. II. (Schleimcanäle der Plagiostomen); *A. Ecker*, in Freib. Ber. Nr. 28. S. 472 und Unters. z. Ichthyologie 1857. S. 29 (*Mormyri*); *Bilharz*, Das elektr. Organ des Zitterwelses. Leipzig 1857; *M. Schultze*, in *Müll.* Arch. 1858. S. 193 (*Raja*), 1862. S. 470 und Zur Kenntniss der elektr. Org. d. Fische. I u. II. Halle 1858 und 59 (*Torpedo, Gymnotus, Malapterurus*); *C. Kupffer* und *W. Keferstein*, in Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. Bd. II. S. 344 (*Gymnotus* und *Mormyrus*); *Hartmann*, in *Müll.* Arch. 1861. S. 646 (*Mormyrus, Torpedo, Malapterurus*); *F. E. Schulze*, in *Müll.* Arch. 1861. S. 759 und Zeitschr. f. w. Zool. XII. S. 218 (Schleimcanäle und analoge Organe der nackten Amphibien); *J. Marcusen*, Die Familie der Mormyren, in Petersburg. Mem. Bd. VII. 1864.

Ausserdem vergleiche man die sehr schönen Abbildungen bei *Ecker* (*Icon. phys. Tab. XIII* und *XIV*) und die bei der Haut, den Muskeln, Gefässen und den Sinnesorganen angeführten Schriften.

Von den Verdauungsorganen.

I. Vom Darmcanale.

§. 125.

Die Grundlage des Darmcanals wird gebildet von den sogenannten Darmhäuten. Die innerste derselben, die Schleimhaut, *Membrana mucosa*, entspricht in ihrem Baue der äusseren Haut und hat wie diese 1) einen aus Zellen gebildeten gefässlosen Ueberzug, das Oberhäutchen, *Epithelium*, 2) eine aus Bindegewebe und elastischem Gewebe zusammengesetzte, Gefässe, Nerven und verschiedene Formen von kleinen Drüschen haltende und oft mit besonderen Auswüchsen (Papillen, Zotten) versehene und von glatten Muskelfasern durchzogene Grundlage, Schleimhaut im engeren Sinne, und 3) eine nach aussen gelegene Lage von lockerem Bindegewebe, Unterschleimhautgewebe, *Tunica cellularis submucosa*. Die zweite Darmhaut, die Muskelhaut, *Tunica muscularis*, enthält am Anfang und Ende des Darmes in einer gewissen Ausdehnung quergestreifte Musculatur, sonst überall glatte Muskelfasern, welche Elemente meist zwei besondere Lagen, eine äussere mit Längsrichtung und eine innere mit Querrichtung der Fasern, seltener drei besondere Schichten bilden. Die dritte Hülle endlich, die seröse, *Tunica serosa*, findet sich nur an dem Theile des Darmes, der die Bauch- und Beckenhöhle einnimmt und ist ein zartes, durchscheinendes, nerven- und gefässarmes Häutchen mit einem Epithelium, welches das Darmrohr überzieht und mit den Wänden der Bauchhöhle und den Baucheingeweiden verbindet.

II. Vom Munddarme.

A. Von der Schleimhaut der Mundhöhle.

§. 126.

Der Anfangstheil des Darmes hat so zu sagen nur Eine Hülle, die Schleimhaut, welche den die Mundhöhle begrenzenden Knochen und Muskeln mehr oder weniger fest anliegt und besonders durch ihre nicht unbeträchtliche Dicke und rothe, von der reichlichsten Gefässausbreitung herrührende Farbe, sowie durch das Vorkommen von zahlreichen Nerven und Papillen sich auszeichnet.

Die eigentliche Schleimhaut, obschon an den Lippen mit der Lederhaut unmittelbar zusammenhängend und allmählich in sie übergehend, ist doch durchsichtiger und weicher als das *Corium,* nichts desto weniger aber bedeutend fest und noch dehnbarer. Dieselbe besteht, wie die dünnsten Stellen der Lederhaut, aus einer einzigen Schicht von 220—450 μ Dicke und besitzt an ihrer äussern Fläche eine grosse Zahl Papillen, ähnlich denen der äussern Haut, die in der Regel einfach, hie und da auch zweigetheilt (bei Hypertrophie auch mit noch mehr Ausläufern) und kegel- oder fadenförmig von Gestalt 220—400 μ Länge, 45—90 μ Breite besitzen (in den Extremen 51—630 μ Länge, 22—112 μ Breite) und ohne weitere Regelmässigkeit so dicht beisammenstehen, dass ihre Grundflächen sich fast berühren und selten weiter abstehen als ihre eigene Breite beträgt. — Ausser diesen Papillen besitzt die Schleimhaut an ihrer freien Fläche die Oeffnung des *Ductus nasopalatinus* und eine grosse Zahl von Drüsenöffnungen, von denen einige auf grösseren papillenartigen Erhebungen sitzen.

Das Unterschleimhautgewebe der Mundhöhle ist von verschiedener Art. Dünn und nachgiebig mit stärkeren Gefässen und wenig Fett zeigt sich dasselbe am Boden der Mundhöhle, an der vordern Fläche des Kehldeckels und vor Allem an den Bändchen der Lippen, der Zunge und des Kehldeckels, an welchen Theilen daher auch die *Mucosa* eine grosse Verschiebbarkeit besitzt. Kommen im submucösen Gewebe Drüsen vor, so ist dasselbe schon fester, wie an den Lippen und Wangen, oder so zu sagen ganz unverschiebbar (Zungenwurzel, weicher Gaumen), und zugleich treten dann auch, wie namentlich an den letzteren Orten, grössere Fettmassen auf. Sehr fest, derb und meist weisslich ist das submucöse Gewebe an den Alveolarfortsätzen der Kiefer, wo es mit der eigentlichen Schleimhaut und dem Perioste so zu sagen nur Eine Masse, das Zahnfleisch, darstellt, ferner am harten Gaumen, an dem die Schleimhaut durch eine unbewegliche, dicke fibröse Lage, die auch zum Theil Drüsen enthält, mit den Knochen verbunden ist, endlich auch an der Zunge, da wo die Papillen liegen. Hier verbindet sich die Schleimhaut aufs Innigste mit der Musculatur, indem die Ausläufer vieler Muskelfasern in sie hinein sich erstrecken und namentlich in einer weissen, sehr festen und dicken sehnigen Lage enden, die unmittelbar an die obern Längsmuskelfasern grenzt und auch schon als *Fascia linguae* bezeichnet worden ist (*Zaglas*).

Den feineren Bau der Mundhöhlenschleimhaut anlangend, so wiegt im submucösen Gewebe das Bindegewebe bei weitem vor, während in der eigentlichen *Mucosa* überall sehr zahlreich elastische Elemente sich finden. An beiden Orten tritt das erstere vorzüglich in Form von 4—11 μ breiten, nicht netzförmig zusammenhängenden Bündeln auf, die, obschon nach den verschiedensten Richtungen durcheinanderlaufend, doch eine Art von undeutlicher Schichtung zeigen. Gegen das Epithel zu ist der Filz von Bindegewebsfibrillen am dichtesten und geht schliesslich in eine mehr structurlose Lage über, die ebenso wenig wie bei dem *Corium* für sich darzustellen ist. Auch im Innern der Papillen, mit Ausnahme derer der Zunge, ist ein faseriger Bau gewöhnlich

ehr undeutlich und das Ganze mehr eine gleichartige, leicht körnige, mit einzelnen Zellen versehene Bindesubstanz. — Das elastische Gewebe zeigt sich im Unterschleimhautgewebe meist nur in Gestalt von spärlichen feinen Fasern, hie und da ist dasselbe jedoch stärker entwickelt, wie im *Frenulum epiglottidis*, wo die Fasern auch dicker sind. Letzteres ist ohne Ausnahme der Fall in der *Mucosa*, die bis nahe an das Epithelium mitten in ihrem Bindegewebe überall sehr dichte, vielfach zusammenhängende Netze von elastischen Fäserchen oder, und diess ist die Regel, von mitteldicken elastischen Fasern von 2,0—3,3 μ enthält. Auch umspinnende Fäserchen (umgewandelte Bindegewebskörperchen) finden sich hier, obschon spärlich, ebenso wie im submucösen Gewebe. Ausserdem enthält die Schleimhaut noch gewöhnliche Fettzellen, die bald in Träubchen, bald mehr vereinzelt, vorzüglich in der submucösen Schicht sich finden.

Die Gefässe der Schleimhaut sind äusserst zahlreich und verhalten sich wesentlich wie in der äusseren Haut. Kleinere Papillen enthalten nur eine einzige Capillargefässschlinge, während in grösseren, einfachen oder ästigen, ein Netz von Capillaren zu finden ist (Fig. 223), wie namentlich am Zahnfleische, Gaumen, der Drüsenregion der Zungenwurzel, auch an den Lippen und der unteren Seite der Zunge. Die Nerven sind schwer zu erforschen. Ganz deutlich ist unter Beiziehung von kaustischen Alkalien überall ein weitmaschiges Netz der feineren und feinsten Aestchen in den äussern Schichten der *Mucosa*, an dem auch stellenweise, besonders schön an der vorderen Fläche der *Epiglottis*, Theilungen von Nervenfasern sich nachweisen lassen, dagegen ist es oft unmöglich, in den Papillen auch nur eine Spur von Nerven zu sehen. In andern Fällen nimmt man auch in diesen, namentlich in grössern, eine oder zwei oft geschlängelte Nervenfasern von 4,5 μ, später 2,6 μ wahr, ohne im Stande zu sein, deren schliessliches Verhalten auszumitteln. An den Lippen enthalten die Papillen, wenn auch nicht bei allen Individuen, eine schon früher (§. 40 Fig. 61) besprochene Form von Endkolben, die auch in andern Gegenden der Mundhöhle sich finden (S. 104). In den Lippen traf ich auch *Gerber*'sche Nervenknäuel (s. S. 104). Von den reichlichen Lymphgefässen der Mundhöhlenschleimhaut ist in Bezug auf den Ursprung und das Verhalten in der *Mucosa* selbst wenig bekannt, doch hat Sappey die Netze derselben im Zahnfleische und am weichen Gaumen eingespritzt (Anat. I. 2. p. 687. *Atl. de Beau et Bonamy* T. III. Pl. 5. fig. 5).

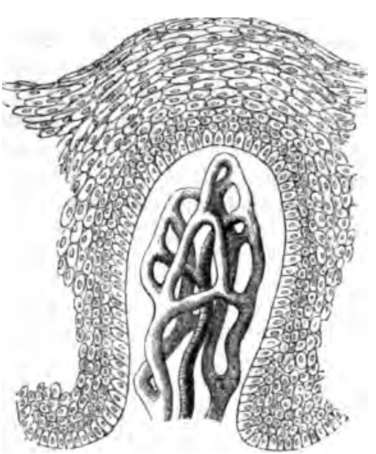


Fig. 223.

Von den grösseren Drüsen der Mundschleimhaut wird später die Rede sein und erwähne ich hier nur die von mir im rothen Theile der Lippen gefundenen Talgdrüsen (s. S. 149).

In der Oberlippe der Ratte enden nach *Huxley* die Muskelfasern nach mehrfachen Theilungen im Zusammenhange mit sternförmigen Bindegewebszellen, was *Leydig* für die Schnauze des Schweines und des Hundes, wenigstens mit Bezug auf die Verzweigungen, bestätigt. Nach *Woodham Webb* gehen in den äusseren Theilen der Lippen des Menschen die Muskelfasern des *Orbicularis* bis in die *Cutis* und verlieren sich ungetheilt im Bindegewebe derselben um die Haarbälge und Talgdrüsen (*Quart. Journal of micr. sc.* XVIII. 57).

Fig. 223. Eine einfache Papille mit mehrfachen Gefässen und Epithel vom Zahnfleische eines Kindes, 250mal vergr. Die Gefässe nach *Bowman*.

In der Mund- und Rachenschleimhaut von Amphibien (Frosch, Salamander, Schildkröte) hat *Billroth* Endnetze blasser kernhaltiger Nervenfädchen gefunden (*Müll.* Arch. 1858), die ich aus eigener Anschauung für den Frosch bestätigen kann.

§. 127.

Das Epithelium der Mundhöhle (Fig. 223) ist ein sogenanntes geschichtetes Pflasterepithelium, das aus vielen schichtenweise übereinanderliegenden, rundlich vieleckigen, zum Theil abgeplatteten Zellen besteht. Als Ganzes aufgefasst, ist dieses Epithelium ein im Mittel 220—450 μ dickes, durchscheinendes, weissliches Häutchen von bedeutender Biegsamkeit, aber geringer Elasticität und Festigkeit, das namentlich leicht durch Erweichen in Wasser und Abbrühen der Schleimhaut, dann auch durch Essigsäure im Zusammenhange in grösseren Platten sich erhalten lässt. Die Elemente desselben sind durchweg kernhaltige Zellen, die in ihrer Anordnung und im Baue sehr an die der Epidermis erinnern, jedoch nicht wie bei dieser in zwei scharf getrennte grössere Schichten zerfallen, sondern eine einzige zusammenhängende, durch die Weichheit ihrer Elemente mehr mit der Schleimschicht übereinstimmende, jedoch auch die Hornschicht vertretende Lage ausmachen. Das Verhalten der Zellen von innen nach aussen ist folgendes: Unmittelbar auf der freien Fläche der *Mucosa* und auf den Papillen sitzen mehrere Lagen kleiner Bläschen von 9—11 μ (Fig. 223), von denen die tiefsten fast ohne Ausnahme länglich und grösser sind (von 13—20 μ) und senkrecht auf der Schleimhaut stehen. Dann folgen viele Schichten rundlicheckiger abgeplatteter Zellen, die von innen nach aussen ganz allmählich an Grösse und Abplattung zunehmen, und auch immer deutlicher vieleckig sich gestalten (Fig. 224. *b*).

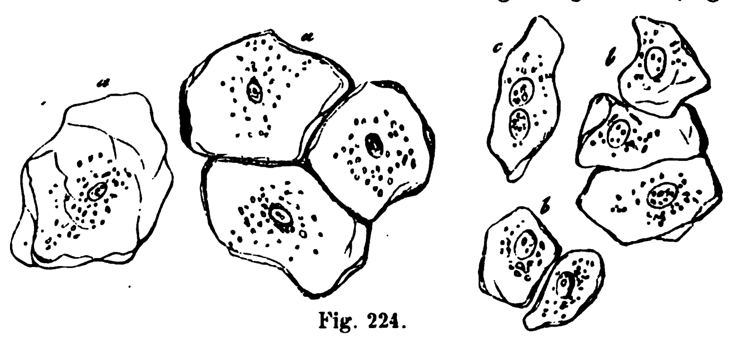


Fig. 224.

Zu äusserst endlich kommen, ganz allmählich aus den tieferen Zellen sich hervorbildend, noch einige Lagen von sogenannten Epithelialplättchen (Fig. 224. *a*), d. h. ganz grosse (von 45—80 μ), rundlicheckige Gebilde, bei denen die Abplattung so weit gediehen ist, dass dieselben den Namen von Bläschen nicht mehr verdienen.

Alle diese Zellen besitzen eine durch Alkalien und Essigsäure leicht nachzuweisende dünne Zellenmembran, einen je nach dem Grade der Abplattung in verschiedener Menge vorhandenen hellen Inhalt häufig mit einigen Fettkörnchen und ohne Ausnahme einen Zellenkern. In den kleinsten Zellen messen die Kerne von 4,5—6,7 μ, sind länglichrund oder rund, meist ohne deutlichen *Nucleolus*; in den vieleckigen Zellen befinden sich ohne Ausnahme sehr schöne, deutlich bläschenförmige, meist kugelrunde *Nuclei* von 9—13 μ Grösse mit hellem Inhalte und 1 oder 2 *Nucleoli*, zu einem oder zu zweien, in den Plättchen endlich sind die Kerne in der Rückbildung begriffen, wieder kleiner, von 9—11 μ Länge, 3,3—4,5 μ Breite, meist abgeplattet und mit

Fig. 224. Epithelialzellen der Mundhöhle des Menschen, *a.* grosse, *b.* mittlere, *c.* eine Zelle mit zwei Kernen, 350mal vergr.

gleichartig, ohne deutliche Höhle und *Nucleolus* oder statt desselben mit mehren Körnchen versehen. Mit Bezug auf die chemischen Verhältnisse stimmt das Pflasterepithelium der Mundhöhle nach Allem, was wir wissen, in allem Wesentlichen mit der Schleimhaut der Oberhaut und mit den untersten Hornschichtlagen überein, namentlich auch darin, dass selbst die Plättchen in Alkalien leicht aufquellen, weshalb auf §. 46 verwiesen wird.

Im Epithelium der Mundhöhle sind die Zellen der mittleren Lagen nicht selten zu Stachel- oder Riffzellen ausgebildet, mit Bezug auf welche auf S. 114 und Fig. 68 verwiesen wird.

In physiologischer Beziehung ist von dem Epithelium der Mundhöhle besonders hervorzuheben der beständige Wechsel, dem dasselbe unterliegt und dann seine Beziehung zur Aufsaugung und Absonderung. Ersteres anlangend, so ist das Epithelium der Mundhöhle einer so zu sagen beständig vor sich gehenden Abschuppung unterworfen, die aber eben so wenig wie bei der Oberhaut als in besonderen Lebensverhältnissen der Schleimhaut oder der Epithelialzellen begründet erscheint, vielmehr die Folge der vielfachen äusseren Einwirkungen ist, denen die Oberfläche der *Mucosa oris* beim Kauen und Sprechen namentlich unterliegt. Durch diese Eingriffe lösen sich einerseits die obersten Plättchen immerfort ab und findet andererseits durch Bildung neuer Zellen in den tiefsten Lagen eine ununterbrochene Wiedererzeugung des Verlorenen statt, deren Auftreten und Zustandekommen ich hier gerade ebenso deute, wie ich es §. 49 bei der Epidermis gethan.

Das Epithelium der Mundhöhle, obschon dick, ist doch leicht durchdringlich und unterscheidet sich in dieser Beziehung wesentlich von der Epidermis, die nur in ihrem *Stratum Malpighii* ähnliche Verhältnisse zeigt. Flüssige Stoffe der verschiedensten Art sind im Stande dasselbe von aussen her zu durchdringen und, einmal mit der Schleimhaut in Berührung gekommen, entweder von den Gefässen derselben aufgesaugt oder von ihren Nerven wahrgenommen zu werden. Unter sonst gleichen Verhältnissen wird, je dünner die Epitheliumlage, namentlich die der Plättchen, die auf jeden Fall am mindesten leicht durchdrungen werden, und je zahlreicher und oberflächlicher die Gefässe und Nerven, um so lebhafter die Aufsaugung und Empfindung sein, und es erklärt sich mithin leicht, warum an den Lippen, wo nervenhaltige Papillen fast bis an die Oberfläche der Epidermis gehen und sehr zahlreich sind, das Gefühl feiner ist, als am Zahnfleische, dessen Papillen keine Nerven besitzen, warum an der Zungenspitze, deren Papillen mit einem zum Theil dünneren Ueberzuge sogar hervorragen, noch feiner. Wie nach innen, so ist das Epithelium auch nach aussen durchdringlich und im Stande, aus den Blutgefässen der Schleimhaut ausgetretenes Plasma in die Mundhöhle zu leiten. So betheiligt sich dasselbe, ähnlich wie die Oberhaut an der Hautausdünstung, an der Bildung der schleimigen Flüssigkeit, die, ausser von den in die Mundhöhle einmündenden Drüsen, auch von der Fläche der Schleimhaut überhaupt geliefert wird.

B. Von der Zunge.

§. 128.

Die Zunge ist eine mit einem besonderen Knochen, dem Zungenbeine verbundene, von der Scheimhaut der Mundhöhle überzogene Muskelmasse, deren Elemente von 20—51 μ Breite von denen der äussern quergestreiften Muskeln sich nur dadurch unterscheiden, dass sie aufs mannichfachste sich verflechten, so dass im Innern der Zunge die bekannten Zungenmuskeln nicht als gesonderte Massen, sondern nur als secundäre Bündel und Muskelfasern sich nachweisen lassen.

Die Muskelmassen der Zunge sind durch die Zungenscheidewand, *Septum linguae* in eine rechte und linke Hälfte geschieden. Dieses Gebilde, fälschlich auch Zungenknorpel genannt (Fig. 225. *c*), ist eine derbe, weissgelbliche, mitten in der Zunge zwischen beiden *Genioglossi* senkrecht stehende faserige Platte von 270 μ Dicke, die in der ganzen Länge des Organs sich erstreckt, und aus gewöhnlichem Sehnen- oder Bandgewebe zusammengesetzt ist. Dieselbe beginnt niedrig am Zungenbeinkörper in

Verbindung mit einer breiten Faserlamelle, *Membrana hyoglossa* (*Blandin*), die vom Zungenbeine zur Zungenwurzel geht und das Ende des *Genioglossus* bedeckt, erreicht sehr bald dieselbe Höhe wie der *Musculus transversus*, und nimmt am vordern Dritttheile der Zunge allmählich ab bis zur Zungenspitze, wo sie ganz niedrig sich verliert. Nach oben reicht das *Septum linguae*, bis auf 3,3 mm oder 4,5 mm Entfernung vom Zungenrücken, nach unten bis wo *Genioglossi* im Fleische der Zunge sich verlieren, endet jedoch hier nicht mit einem scharfen Rande, sondern hängt unmittelbar mit dem *Perimysium* zwischen den beiden Kinnzungenmuskeln zusammen.

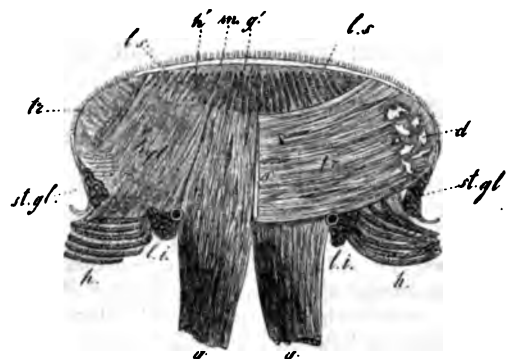


Fig. 225.

Indem ich die Schilderung des Einzelverhaltens der Zungenmuskeln den Handbüchern der systematischen Anatomie überlasse, will ich hier nur so viel bemerken, dass das eigentliche Zungenfleisch im Wesentlichen nur drei Arten von Muskelfasern besitzt, die man als senkrechte, quere und längsverlaufende bezeichnen kann. Die senkrechten Fasern stammen von den *Genioglossi* in der Mitte, vom *Lingualis* und *Hyoglossus* seitlich, an der Spitze auch vom *Perpendicularis* und bilden von der Spitze bis zur Wurzel eine grosse Zahl querstehender Blätter, nahezu von der Gesammtbreite der Zungenhälften, deren Fasern im Allgemeinen senkrecht von der untern Fläche bis zur obern ziehen. Die queren Fasern vom *Transversus* und zum Theil vom *Styloglossus* schieben sich als eben so viele, meist etwas dickere Lagen zwischen die genannten hinein, beginnen am *Septum* und enden am Seitenrande und zum Theil an der Oberfläche, die Längsfasern endlich gehören dem *Longitudinalis superior* (*Chondroglossus*), dem *Longitudinalis inferior lateralis et medius* (*Bochdalek*) und *Styloglossus* an, bedecken die obere Fläche, den Rand und zum Theil die untere Fläche und liegen grösstentheils unmittelbar unter der Schleimhaut. — Die einzelnen Muskellagen der Zunge sind ohne Ausnahme von einem dünnen *Perimysium*, zum Theil, wo stärkere Gefässe und Nerven verlaufen, von dickeren Bindegewebsmassen von einander getrennt und enthalten ausserdem noch an vielen Orten eine grössere oder geringere Zahl gewöhnlicher Fettzellen zwischen sich, die namentlich gern zwischen den *Genioglossi* am *Septum*, an der Zungenwurzel und unter der Schleimhaut in grösserer Zahl sich ansammeln.

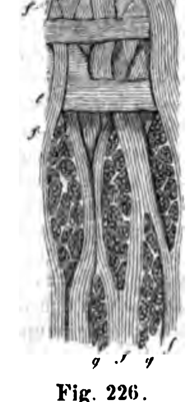


Fig. 226.

Fig. 225. Querschnitt der menschlichen Zunge etwas vor den *Papillae circumvallatae*, *g. Genioglossus*, *l. i. Longitudinalis inferior* (*Lingualis*) mit *Art. ranina*, *tr. Transversus*, links in seinem ganzen Verlaufe sichtbar, rechts nur am Rande und zwischen den auseinanderweichenden Bündeln des *Genioglossus*, *c. Septum linguae* (*Fibrocartilago*), *h. Hyoglossus*, *hgl.* Ausbreitung desselben mit fast senkrecht aufsteigenden Fasern nach aussen vom *Genioglossus*, *g'.* Ende des *Genioglossus* an der Schleimhaut, *h'.* Ende des *Hyoglossus*, *l. s. Longitudinalis superior* mit glatten Bündeln zwischen die senkrechten Fasern sich einschiebend, *d.* Drüsen des Zungenrandes, *st. gl. Styloglossus*.

Fig. 226. Stück eines Längsschnittes durch den Seitentheil der menschlichen Zunge. *a. Papilla fungiformis*, *b. Pap. filiformis*, *c.* Schleimhaut, *d.* Fibröse Lage unter ihr, *e. Longitudinalis superior*, *f. Genioglossus*, *g. Transversus* im Querschnitt.

In der Zunge des Frosches finden sich sehr schöne Theilungen der quergestreiften Fasern (Fig. 227), wovon ich in der menschlichen Zunge nichts Bestimmtes auffinden konnte. Doch kam es mir hie und da vor, als ob an den Fasern des *Genioglossus* kurz vor ihrem Uebergange in Sehnenstreifen einzelne Theilungen sich fänden, welche in der That in der Zunge von Säugern von *Salter*, *Biesiadecki* und *Herzig* beobachtet sind. In der Zunge des Frosches sahen die letzten Autoren an beiden Enden verästelte Muskelfasern, die von innern Muskeln abstammen. (S. Fig. 45 auf §. 90). In Betreff der letzten Endigung der Muskeln, so beschreibt *Billroth* beim Frosche eine Verbindung der feinsten Ausläufer der Primitivbündel, die, wie seit *Waller* bekannt ist, in den grossen Geschmackswärzchen bis gegen die Spitze verlaufen, mit Bindegewebskörperchen, was *Axel Key* (l. i. c.) bestätigt. In der Zunge des Menschen spalten sich nach *Billroth* die Muskelfasern ziemlich plötzlich in feine Fäserchen, und diese hängen dann ebenfalls mit Bindegewebskörperchen zusammen.



Fig. 227.

§. 129.

Die Schleimhaut der Zunge weicht am Zungenrücken, vom *Foramen coecum* an bis zur Spitze, von der übrigen Schleimhaut oder Mundhöhle dadurch ab, dass sie mit dem Muskelfleische sehr fest verbunden ist und eine grosse Zahl von Hervorragungen, die bekannten Zungen- oder Geschmackswärzchen besitzt. — Die 6 — 12 umwallten Wärzchen, *Papillae circumvallatae*, bestehen, wenn sie schön ausgebildet sind, aus einer mittleren, im Umkreise runden und am Ende abgeplatteten Papille, von einem Durchmesser von 1 — 2 mm. und einer Höhe von 0,5 — 1 mm, selbst 1,5 mm, und einem niedrigeren regelmässigen, die Papille namentlich an ihrer Grundfläche eng umgebenden, 0,2 — 0,7 mm breiten Walle, zeigen jedoch Uebergänge zu den keulenförmigen Wärzchen, was namentlich von der hintersten im *Foramen coecum* oder *Morgagnii* befindlichen Papille gilt, ausserdem noch mannigfache Abweichungen mit Bezug auf Zahl, Grösse und Lagerung. Die vor den *Circumvallatae* stehenden Geschmackswärzchen sind mehr oder weniger deutlich in Reihen angeordnet, die im Allgemeinen denen der umwallten Wärzchen gleich verlaufen, und am Rande der Zunge in blattartige, zum Theil gar nicht mehr gezackte Falten ausgehen, die nicht mehr zu den Papillen gerechnet werden können. Die *Papillae fungiformes s. clavatae* von 0,7—1,8 mm Länge, 0,4—1 mm Breite und glatter Oberfläche, die am Lebenden durch ihre röthliche Farbe leicht zu erkennen sind, finden sich besonders an der vorderen Zungenhälfte, wo sie in ziemlich regelmässigen Abständen von 0,5—2 mm und mehr über die ganze Oberfläche zerstreut stehen und namentlich an der Zungenspitze häufig so dicht zusammengedrängt sind, dass sie sich berühren, fehlen jedoch auch in den hintern Abschnitten bis zu den *P. circumvallatae* heran nicht. Die *P. filiformes s. conicae* von 0,7—3 mm Länge und 0,2—0,5 mm Breite springen durch ihre Zahl und weissliche Farbe leicht in die Augen; dieselben decken, eine dicht neben der andern, die Zwischenräume zwischen den *Clavatae*, und erscheinen ohne Ausnahme am dichtesten und entwickeltsten mit pinselförmig auslaufenden Enden im Winkel des *V* der grossen Papillen und in der Mittel-

Fig. 227. Ein verästeltes Primitivbündel von 40 μ aus der Zunge des Frosches, 350mal vergr.

linie des Zungenkörpers. Nach den Rändern und nach der Spitze zu werden diese Papillen sowohl im Ganzen als in ihren Fortsätzen kürzer, zum Theil auch spärlicher, so dass sie allmählich in die oben erwähnten Blätter übergehen und auch in manchen Beziehungen den keulenförmigen Wärzchen ähnlich werden, ja selbst, wenigstens mit Bezug auf die Beschaffenheit ihrer Oberfläche, kaum von denselben zu trennen sind.

Ausser den frei hervorragenden Papillen, von denen die längern alle mehr oder weniger bestimmt rückwärts gerichtet sind, finden sich auch in der Geschmacksregion der Zunge überall noch kleinere ganz im Epithel vergraben, die mit denen der nicht schmeckenden Gegenden des Organes ganz übereinstimmen.

Bezüglich auf den feineren Bau der Zungenschleimhaut, so weicht derjenige Theil derselben, der keine hervorragenden Papillen zeigt, in nichts von der Schleimhaut der Mundhöhle ab und besitzt namentlich ein geschichtetes Pflasterepithelium von 100 μ Dicke an der Zungenwurzel, von 130—200 μ an der untern Fläche der Zungenspitze und in demselben vergrabene einfache kleinere Papillen, die selbst an der vordern Fläche der *Epiglottis* und zwischen dieser und den *Papillae circumvallatae* nicht fehlen. In der eigentlichen Geschmacksregion der Zunge fehlt ein submucöses Gewebe gänzlich und ist die Schleimhaut durch Vermittlung einer derben Lage von Bindegewebe (s. oben §. 136) mit dem Muskelfleische verbunden und erscheint selbst dick und fest, jedoch ziemlich dehnbar, welche letztere Eigenschaft sie einer bedeutenden Menge von elastischem Gewebe und ihrem grossen Gefässreichthume, sowie meist zahlreich vorhandenen gewöhnlichen Fettzellen verdankt.

Die Papillen anlangend, so besitzen die *Papillae filiformes* oder *conicae* (Fig. 228) eine kegelförmige Schleimhautpapille, die entweder nur am Ende oder an ihrer ganzen Oberfläche mit einer gewissen Zahl (5—20) kleinerer Papillen von 200 bis 300 μ Länge besetzt ist. Das Ganze ist von einem ziemlich mächtigen Epithelbelege überzogen, der an seinem Ende in eine Zahl langer und dünner (von 22—45 μ), fein auslaufender und oft wieder getheilter Fortsätze sich spaltet (Fig. 228 *f*.), die dem Ganzen das Ansehen eines feinen Pinsels geben und bis 1—1,5 mm Länge erreichen können. Die oberflächlichen Lagen dieses Epithels nähern sich durch ihre bedeutende Widerstandsfähigkeit gegen Alkalien und Säuren den Epidermisplättchen sehr und bestehen, namentlich die Epithelialfortsätze, nur aus fest verhornten, hie und da (*Henle, Splanch.* Fig. 81) mit eigenthümlichen Fortsätzen versehenen Schüppchen von 48—62 μ, die häufig eine festere Axe und eine äussere aus dachziegelförmig sich deckenden Plättchen zusammengesetzte Rinde bilden, so dass das Ganze mit einigem Rechte mit Haaren sich vergleichen lässt. Die Schleimhautpapille der fadenförmigen Wärzchen zeigt deutliches Bindegewebe und eine auffallend grosse Zahl von elastischen Fäserchen, die als 10—20 wellenförmig verlaufende Fäden von 0,9—1,8 μ selbst noch in die einfachen Wärzchen an ihren Spitzen



Fig. 228. Zwei *Papillae filiformes* des Menschen, der eine mit Epithel, 35mal vergr. Nach *Todd-Bowman*. p. Papillen selbst, *v. a.* Arterielles und venöses Gefäss der einen Papille sammt den Capillarschlingen, die aber in ... ären Papillen eingehen sollten, *e.* Epithelialbekleidung, *f.* Fortsätze derselben.

sich erstrecken, und der ganzen Papille und ihren Ausläufern eine gewisse Steife und Festigkeit verleihen, die den einfachen Schleimhautwärzchen ganz abgeht. In jeder Papille verästelt sich eine kleine Arterie, so dass jedes einfache Wärzchen eine Schlinge einer Capillare von 9—11 μ enthält, aus welchen dann ein kleines venöses Gefäss sich zusammensetzt. Die Nerven sind wegen des reichlichen elastischen Gewebes schwer herauszufinden und sucht man dieselben in einzelnen Papillen wirklich vergebens. In der Mehrzahl sind sie jedoch, wenigstens in der Basis der Papillen, ganz deutlich als ein oder zwei kleine Stämmchen mit 5—10 dunkelrandigen Primitivfasern von 4,5—6,7 μ, die allmählich feiner werdend gegen die Spitzen derselben verlaufen. Wie dieselben enden, habe ich nicht mit Bestimmtheit zu sehen vermocht, nur scheinen die Enden nicht in den einfachen Papillen, sondern an der Basis derselben sich zu befinden. Beim Kalbe enthält jede *Pap. filiformis* 10—12 Primitivfasern von 4,5—6,7 μ, die schliesslich bis zu 2,2 μ sich verfeinern. Nach *R. Wagner* scheinen die Nerven dieser Papillen mit blassen Fasern frei zu enden (Gött. Nachr. Apr. 1853).

Die *Papillae fungiformes* haben eine keulenförmige Schleimhautpapille, die ähnlich einem Morgensterne an ihrer ganzen Oberfläche mit einfachen kegelförmigen Papillen von 200—250 μ Länge dicht besetzt ist, und von einem weicheren Epithelium, wie es auch sonst in der Mundhöhle sich findet, ohne stärker verhornte Zellen und fadenförmige Ausläufer überzogen ist, das von den Spitzen derselben an gerechnet 90—110 μ Mächtigkeit besitzt. In der Schleimhautpapille ist das elastische Gewebe viel spärlicher als in den *Pap. filiformes* und fehlt namentlich in den einfachen Wärzchen meist ganz, dagegen ist ein Flechtwerk von 4—7 μ breiten Bindegewebsbündeln sehr deutlich. Die Gefässe verhalten sich wie in den *Filiformes*, nun dass dieselben viel zahlreicher sind, und was die Nerven anlangt, so gehen in jede schwammförmige Papille ein oder zwei stärkere Stämmchen von 90—180 μ und mehrere schwächere Fädchen ein, die, pinselförmig sich verästelnd und vielfach sich verbindend, schliesslich nach allen Richtungen gegen die einfachen Wärzchen und die Endkolben dieser Papillen (siehe Fig. 62) auseinandertreten. Während ihres Verlaufes verdünnen sich die Nerven, die in den Stämmchen 6,7 μ, im Mittel 2—4 μ messen, so, dass sie an der Basis der Papillen nur noch 2—3 μ betragen, und zeigen auch deutliche Theilungen. Ihr Ende habe ich noch nicht mit Sicherheit gesehen, doch glaubte ich in einigen Fällen freie Endigungen zu sehen, ohne mich für dieselben verbürgen zu können. Andere Male sieht man schlingenförmige Umbiegungen, die jedoch nicht als Endigungen zu deuten sind. An abgeschnittenen solchen Papillen seiner eigenen Zunge fand *Waller* in den einfachen Papillen ein freies Auslaufen der Nerven in schmale blasse Fasern, und Aehnliches glaubt auch *Wagner* gesehen zu haben. In den Papillen der Froschzunge enden die Nerven, wie zuerst *Billroth* vermuthungsweise aussprach und *Axel Key* bewiesen zu haben glaubt, im Zusammenhange mit gewissen Zellen der Epithelialbekleidung (siehe unten).

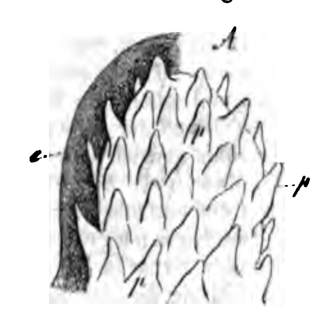




Fig. 229. *A. Papilla fungiformis* mit den secundären oder einfachen Papillen *p* (auf der einen Seite noch mit der Epithelialbekleidung *e*), 35mal vergr. *B.* Eine eben solche nur in den Contouren des Epithels *e* mit den Gefässen. *a.* Arterie. *v.* Vene. *d.* Capillarschlingen der einfachen Papillen. *c.* Capillaren in den einfachen Papillen der Schleimhaut an der Basis der *Fungiformis*. 18mal vergr. Nach *Todd-Bowman*.

Bei den *Papillae circumvallatae* ist die mittlere Papille, die als eine flach gedrückte *Papilla fungiformis* aufgefasst werden kann, an ihrer ebenen Endfläche mit einfachen kegelförmigen Wärzchen dicht besetzt und von einem gleichmässig dicken Epithelüberzuge ohne besondere Fortsätze und Ausläufer an seiner äusseren Seite überzogen. Der Wall erscheint als eine einfache Schleimhauterhebung, und zeigt unter einer glatten Epithelbekleidung auf seiner Höhe mehrere Reihen einfacher kegelförmiger Wärzchen. Das elastische Gewebe fehlt in diesen Papillen meist, sonst sind dieselben wie die *Fungiformes* gebaut, nur noch reicher an Nerven. Jede eigentliche *Papilla circumvallata* enthält in ihren untersten Theilen mehrere Nervenstämmchen von 100—180 μ Durchmesser, welche höher herauf zu einem sehr zierlichen Plexus sich auflösen, aus dem dann die Nerven der einfachen Wärzchen nach allen Seiten pinselförmig ausgehen. Das übrige Verhalten ist wie in den *Fungiformes*, nur betragen die Nervenröhren schon in den Stämmen nicht mehr als 4,5 μ im Mittel, und an der Basis der Papillen nur noch 2,3 μ und zeigen nach *W. Krause* Theilungen. In den Wällen dieser Papillen finden sich ebenfalls viele Nerven und scheint ihr feineres Verhalten ganz wie in den Papillen selbst zu sein.

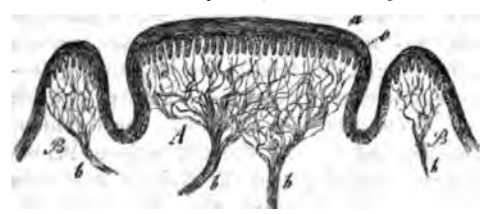


Fig. 230.

In Betreff der *Krause*'schen Körperchen oder Endkolben in den Zungenpapillen vergleiche man S. 104 und 105 und Fig. 62 und bemerke ich hier nur noch, dass nach *W. Krause* in den *Papillae circumvallatae* die Endkolben in den Spitzen der einfachen Papillen sich finden.

Die Lymphgefässe der Zunge bilden nach *Sappey* (Anat. I. 2. p. 685) sehr dichte Netze in der Schleimhaut namentlich der obern Fläche der Zunge, wo sie ringförmig die einzelnen Papillen umgeben und selbst mit sehr zarten Gefässchen in den Papillen ein oberflächlicher als die Blutgefässe befindliches vollständiges Netz bilden sollen. Die Stämme dieser Gefässe gehen an der Zungenwurzel oberflächlich rückwärts und treten zu den Halsdrüsen, weiter vorn ziehen dieselben durch das Muskelfleisch des Organes in die Tiefe, und kommen dann an der untern Fläche der Zunge zum Vorschein, von wo sie theils durch den *Mylohyoideus*, theils durch den *Hyoglossus* ebenfalls zu Halsdrüsen treten (siehe auch *Beau et Bonamy Atl.* III. pl. 23. fig. 1, 2). Nach *Teichmann* besitzt die Schleimhaut der Zunge verhältnissmässig wenige und feinere Lymphgefässnetze, wogegen dieselben im submucösen Gewebe zahlreicher sind. Von den Papillen fand *Teichmann* nur in den *Filiformes* Lymphgefässe in Gestalt je eines mittleren Gefässes in jeder Papille.

Die Papillen der Zunge zeigen mannichfache Abweichungen, unter denen folgende die wichtigsten sind: 1) Die *Papillae filiformes* sind alle lang und mit sehr beträchtlichen Epithelialfortsätzen versehen. Was man gemeinhin gastrisch belegte Zunge nennt, beruht vorzüglich auf einer Wucherung der Epithelialfortsätze der *Papillae filiformes* welche alle rückwärts gerichtet und an einander liegend scheinbar einen besonderen weissen Ueberzug bilden. Werden die Fortsätze noch länger, so dass die *Pap. filiformes* 3 — 4,5 mm messen, so entsteht eine *Lingua hirsuta* oder *villosa*, welche man ebenfalls in verschiedenen Krankheiten gar nicht so selten sieht, und können sich schliesslich Formen ausbilden, welche die Zunge mit 9—13 mm langen Haaren besetzt erscheinen lassen. 2) Die fadenförmigen Papillen haben sehr kleine oder gar keine Epithelialfortsätze und sind von den kleineren *Fungiformes* kaum zu unterscheiden. Zwischen dieser und der erstern Form finden sich zahlreiche Uebergänge, die keiner besondern Beschreibung bedürfen. 3) Die fadenförmigen Papillen sind nicht als besondere Hervorragungen vorhanden, sondern in einer gemeinsamen

Fig. 230. *Pp. circumvallata* des Menschen im Durchschnitt. *A*. Eigentliche Papille. *B*. Wall, *a*. Epithel, *c*. secundäre Papillen, *bb*. Nerven der Papillen und des Walles, etwa 10mal vergr.

Epithelialhülle des Zungenrückens vergraben. Es gibt, besonders bei alten Leuten, Zungen, die, ohne einen Beleg zu haben, an einzelnen Stellen oder über grössere Flächen keine einzige Papille zeigen, sondern entweder eine ganz glatte Oberfläche oder nur einzelne linienartige Fortsätze, entsprechend den sonstigen Papillenzügen, darbieten. Hier findet sich dann das Epithelium entwickelter und in der Tiefe kleinere Papillen mehr von der gewöhnlichen Form. Verschieden hiervon sind die Zungen, die bei gehöriger Entwickelung der Papillen eine mehr glatte Oberfläche darbieten. Bei diesen ist es eine durch wucherndes Epithel, Schleim, Blut, Eiterkörperchen, Gährungspilze, Fadenpilze bewirkte Verklebung der Papillen, welche die ganz glatte oder von Schrunden durchfurchte Oberfläche bewirkt. 4) **Die Epithelialfortsätze der fadenförmigen Papillen sind von Fadenpilzen besetzt.** Wohl jeder Mikroskopiker kennt bräunliche, aus einer dunklen Axe und einer feingranulirten Rinde bestehende längliche (260—540 μ lange, 90—180 μ breite) Körper aus dem Zungenbelege. Nur der mittlere Theil der Gebilde ist aus stark verhornten Epithelplättchen gebildet, die durch Kali und Natron, namentlich in der Wärme, einzeln sich darstellen lassen und aufquellen, und von den Epithelialfortsätzen der fadenförmigen Papillen abstammen; die körnige Rinde dagegen ist nichts anderes, als die Matrix eines Fadenpilzes von nur 1,3 μ Breite, der, mit den bekannten Fäden an den Zähnen (Leptothrix buccalis *Robin*) ganz übereinstimmend, oft in ungeheurer Menge in derselben wurzelt. An der Leiche erkennt man leicht die von Pilzen besetzten Epithelzellen mit und ohne hervorragende Pilzfäden auch *in situ* (Fig. 231), und bei Lebenden kann man durch Abkratzen der Zunge dieselben losgetrennt in beliebiger Menge sich verschaffen. In 20—30 Fällen vermisse ich bei gesunden jungen Leuten die feinkörnigen Ueberzüge an den Epithelialfortsätzen kaum 1mal und zwar bei solchen mit ganz reiner rother Zunge. Je mehr Beleg da ist, um so häufiger ist die Matrix und treten auch die Pilze auf, die jedoch im Ganzen selten, unter 30 Fällen 3—4mal, so ausgezeichnet gefunden werden, wie die Fig. 231 ergibt und überhaupt nur etwa bei einem Drittheile der Leute sich finden, die nicht ganz regelrechte *Papillae filiformes* haben.


Fig. 231.

An der Ausbreitung des *Glossopharyngeus* in der Zunge hat *Remak* mikroskopische Ganglien aufgefunden, welche später von mir (Mikr. Anat. II. 2. p. 32) und *Remak* (*Müll.* Arch. 1852) genauer untersucht wurden. *Remak* fand solche Knötchen auch an den Zungenästen des *Lingualis* beim Schafe und Kalbe bis nahe an die Zungenspitze, jedoch kleiner und sparsamer als beim *Glossopharyngeus*, wogegen dieselben beim Menschen an den stärkeren Zungenästen fehlten, und nur an den zarteren Aestchen im Innern als sehr feine Ganglien vorhanden waren. *Remak* bemüht sich, eine Beziehung dieser Ganglien, deren Vorkommen auch *Schiff* (Archiv für physiol. Heilk. 1853. p. 377) bestätigt, zu den Zungendrüsen nachzuweisen und dieselben in ihren Leistungen dem *Ganglion linguale* gleichzustellen, gegen welche im Allgemeinen zusagende Ansicht ich nur bemerke, 1) dass Ganglien nicht nur an den Aesten zur Schleimhaut, sondern auch an denen zu den Papillen selbst und in Zungengegenden (Spitze) sich finden, wo keine Drüsen liegen, und 2) dass auch die Drüsenregion der Zungenwurzel Geschmacksempfindung hat. Aus diesen Gründen scheint es mir, wie

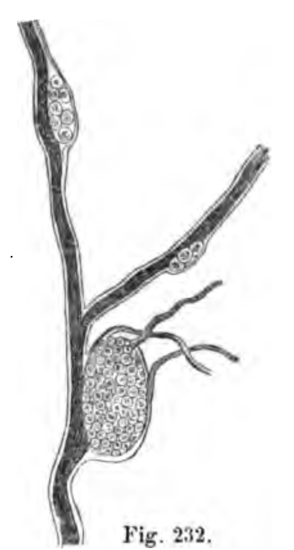

Fig. 232.

Fig. 231. Eine *Papilla filiformis*, deren hier kurze Epithelialfortsätze von der Matrix der Pilze umhüllt sind, aus der selbst einzelne Fäden hervorwuchern.

Fig. 232. Ein kleines Stämmchen mit 3 Ganglien aus der Ausbreitung des *Glossopharyngeus* in der Zunge des Menschen. Geringe Vergr.

auch *Schiff*, vorläufig noch nicht möglich, eine Beziehung der fraglichen Ganglien zu den Empfindungen ganz zu läugnen.

In Betreff der Endigung der Nerven in der Zunge der Säugethiere hat so eben *Szabadföldy* eigenthümliche Mittheilungen gemacht, denen zu Folge die Nerven der Papillen mit kleinen birnförmigen zellenkernartigen Endorganen ausgehen sollen (l. c. Tab. IV), die z. Th. im Innern der Papillen, z. Th. im Epithel derselben sich finden. Die *Sz*'sche Abbildung der Nerven einer *Papilla circumvallata*, in der keine Spur der so reichlichen *Plexus* dunkelrandiger Nerven (s. oben Fig. 230) dargestellt ist, erweckt kein grosses Vertrauen für seine Angaben und sehen überhaupt die von ihm dargestellten Nervenzüge, Endorgane und multipolaren Nervenzellen (welche letzteren sonst von Niemand am *Lingualis* und *Glossopharyngeus* gesehen sind) mehr wie Elemente des Bindegewebes und elastischen Gewebes aus. — Von niedern Thieren liegen über die Nerven der Froschzunge eine Reihe von Beobachtungen vor, von denen die neuesten von *Axel Key* unter der Leitung *Schultze*'s angestellten die Sache zum Abschluss zu bringen scheinen. Nachdem *Leydig* zuerst gesehen hatte, dass die *Papillae fungiformes* der Froschzunge in der Mitte ihrer Endfläche ein eigenthümliches nicht flimmerndes Epithel besitzen, machte *Billroth* die Beobachtung, dass nur diese Papillen Nerven führen und gelangte auch zu einigen andern Wahrnehmungen, die ihn zu dem Ausspruche führten, dass die Nerven mit einem Theile der Epithelzellen in Verbindung stehen. Doch gelang es ihm weder diesen Zusammenhang wirklich zu beobachten, noch auch die genauere Beschaffenheit der Epithelzellen zu ermitteln, wogegen *Axel Key* in dieser Beziehung zu sehr bestimmten Ergebnissen gelangte. Nach diesem Forscher besteht das Epithel der nicht flimmernden Endfläche der *Papillae fungiformes* aus zweierlei Zellen, einmal gewöhnlichen Epithelzellen von mehr kegelförmiger Gestalt mit Fortsätzen nach innen, die netzförmig untereinander zusammenhängen, und zweitens den »Geschmackszellen«, die in Gestalt mit den Riechzellen im Wesentlichen übereinstimmen (s. unten) und durch feine knotige Fädchen mit den Axencylindern der Nervenfasern der Papillen sich verbinden, so dass jeder Axencylinder mit mehreren Zellen zusammenhängt. *Key's* Angaben sind später von *Hartmann* ganz und gar in Frage gestellt worden, dagegen hat *Beale* in neuester Zeit Untersuchungen veröffentlicht, die denen des schwedischen Forschers in Manchem sich nähern. Nach diesem Beobachter bilden die Nervenfasern von *Hyla* an der Spitze der *Papillae fungiformes* mit verschmälerten, blassen und kernhaltigen Fasern ein Netzwerk, das mit noch feineren Fasern in das eigenthümliche nach ihm mehrschichtige Epithel an den Spitzen dieser Papillen eingeht. Diese Endfasern und die Zellen hängen alle untereinander zusammen und bilden ein eigenthümliches Endnetz. Diesem zufolge wäre die Endplatte dieser Papillen ganz und gar nervös. Für weitere Einzelheiten verweise ich auf die Arbeiten von *Key* und *Beale* und bemerke nur noch, dass bei höhern Thieren das Epithel der eigentlichen Geschmackswärzchen nach dem, was bis jetzt bekannt ist, keine Eigenthümlichkeiten darbietet, welche auf ähnliche Verhältnisse, wie bei den *Batrachiern*, schliessen lassen.

Nach *v. Wittich* treten zu jeder Gruppe fadenförmiger Papillen der Sänger nur 1—3 Primitivnervenfasern, woraus er schliesst, dass nur gewisse dieser Papillen Nerven enthalten. (Königsb. Jahrb. Bd. III. pag. 229.)

Vom Epithel der Froschzunge gibt *Billroth* an, dass die Zellen desselben durch fadige Ausläufer mit den Bindegewebskörperchen der eigentlichen Papillen zusammenhängen. Von Späteren konnte *Hoyer* solche Verbindungen nicht finden, *Fixsen* und *A. Key* dagegen sahen wenigstens an gewissen Stellen fadige, in die Substanz der Papillen eindringende Fortsätze, und bemerkten auch wie *Billroth* eine tiefere Lage spindelförmiger Epithelzellen.

C. Von den Drüsen der Mundhöhle.

1. Schleimdrüsen.

§. 130.

Die Schleimdrüsen der Mundhöhle sind gelbliche oder weissliche traubenförmige Drüschen von meist rundlicher Gestalt, höckeriger Oberfläche und 1—5 mm Grösse, die in der Regel unmittelbar nach aussen von der Schleimhaut ihre Lage haben, durch einen kurzen geraden Ausführungsgang in die Mundhöhle sich öffnen und ein schleimiges Secret liefern.

Je nach den verschiedenen Gegenden verhalten sich die Schleimdrüschen etwas verschieden und werden auch mit besonderen Namen benannt.

1) Die Lippendrüsen, *Glandulae labiales*, liegen zwischen der Muskellage und der Schleimhaut, sind sehr zahlreich und bilden einen fast zusammenhängenden Drüsenring um die Mundöffnung herum, der in 6 mm Entfernung vom rothen Lippenrande beginnt und ungefähr 13 mm Breite besitzt.

2) Die Backendrüsen, *Glandulae buccales*, finden sich weiter nach aussen gedeckt vom *Buccinator*, sind ziemlich zahlreich, aber kleiner. Einige grössere Drüschen zeigen sich an der Einmündung des *Stenon*'schen Ganges auf dem *Buccinator* und noch weiter rückwärts in der Gegend des letzten Backzahnes (*Gl. molares*).

3) Die Gaumendrüsen, *Glandulae palatinae*. Die des harten Gaumens sind kleiner und gehen kaum über die Mitte desselben nach vorn, wogegen die des weichen Gaumens an der untern Seite desselben ein mächtiges Drüsenlager bilden, das nach vorn 7—9 mm mächtig ist, gegen den freien Rand und das Zäpfchen hin jedoch etwas abnimmt. Auch an der hinteren Fläche des weichen Gaumens sind Drüschen vorhanden, jedoch viel kleiner und nicht immer in zusammenhängender Lage.

4) Die Zungendrüsen, *Glandulae linguales*. Ich unterscheide:

a) die Schleimdrüsen der Zungenwurzel. Dieselben bilden eine zum Theil sehr mächtige Lage unter den später zu beschreibenden einfachen Schleimbälgen der Zungenwurzel und den *Papillae circumvallatae*, das namentlich unter den erstgenannten bis 9 mm Dicke zeigt und fast zusammenhängend von einer Tonsille zur andern sich erstreckt. Vor dem *Foramen coecum* sind diese Drüsen kleiner und spärlicher, doch finden sich einzelne derselben noch vor den vordersten *Papillae circumvallatae* mehr oder weniger tief im Muskelfleische, jedoch nie bis über die Mitte der Zunge hinaus nach vorn zu. Die Ausführungsgänge dieser von den Enden des *Genioglossus* durchsetzten und zum Theil mit denselben verbundenen Drüsen sind an den hintern Drüsen bis 13 mm lang und münden, wie *E. H. Weber* zuerst gezeigt hat, was *Henle* mit Unrecht als eine Ausnahme bezeichnet, trichterförmig sich erweiternd, in die einfachen Schleimbälge der Wurzel ein; in der Gegend der *Papillae circumvallatae* dagegen öffnen sich dieselben für sich zwischen den Zungenpapillen und in den Furchen, welche die umwallten Papillen umgeben, einzelne, oft sehr grosse (ich, *Bochdalek*) auch an den Wänden des *Foramen coecum*.

b) Die Randdrüsen der Zungenwurzel. An den Rändern der Zungenwurzel findet man in der Höhe der *Papillae vallatae* mehrere schon oben erwähnte senkrechte, blattartige Falten und zwischen denselben feine Oeffnungen, welche einer besondern kleineren Gruppe von Drüsen angehören, die mitten in der Ausstrahlung des *Hyoglossus* und *Transversus* drin liegen. Bei Thieren sind diese Drüsen, so wie die betreffenden Falten (*Mayer's* Organ) oft sehr entwickelt (siehe *Brühl* l. c.). Nach *Henle* kommen auch noch weiter vorn eine oder zwei kleine Haufen solcher Randdrüsen vor (*Splanchn.*).

c) Die Drüsen der Zungenspitze. An der untern Seite der Zungenspitze, jedoch noch im Fleische des *Lingualis inferior* und *Styloglossus* liegen rechts und links zwei längliche, 14—22 mm lange, 4—7 mm dicke, 7—9 mm breite Drüsenhaufen, deren 5 bis 6 Ausführungsgänge auf besondern gelappten Schleimhautfalten neben dem *Frenulum linguae* ausmünden. Diese Drüsen hat schon *Blandin* genau beschrieben und *Nuhn* später der Vergessenheit entrissen.

Szontágh hat die Gaumendrüsen genauer untersucht. Am harten Gaumen zählte er 250 Drüsenmündungen, 100 an der vorderen, 40 an der hinteren Seite des weichen Gaumens und 12 an der *Uvula*. Die grössten Drüsen bis 3 mm sah er an der hintern Seite des *Velum palatinum*, was sicher nicht für alle Fälle richtig ist. Die Ausführungsgänge messen 80 bis 300 μ. Auch einfache *Tubuli* fanden sich in manchen Fällen zwischen den traubenförmigen Drüsen.

§. 131.

Feinerer Bau der Schleimdrüsen. Alle erwähnten Drüschen stimmen in den wesentlichen Verhältnissen des feinern Baues vollkommen überein und bestehen ohne Ausnahme aus einer gewissen Zahl von Drüsenläppchen und einem verästelten Ausführungsgange. Die Läppchen, die bei den einfachsten Drüsen (Fig. 233) nur zu einigen wenigen (4—8) sich finden, sind im Umkreise meist länglich oder birnförmig, auch wohl rundlich, nicht selten abgeplattet, 1—1,5 mm lang, 0,5—1 mm breit, hie und da auch rundlich und sitzen jedes an einem 70—100 μ breiten Aste des von 260—700 μ, selbst 1 mm (Drüsen der Zungenwurzel) messenden Ausführungsganges auf. Dieselben bestehen aus einer gewissen Zahl gewundener und vielfach mit einfachen oder zusammengesetzten blasigen Ausbuchtungen besetzter Canäle (Fig. 234), welche als die unmittelbaren Fortsetzungen der Ausführungsgänge der Läppchen erscheinen, die, sowie sie in dieselben eingetreten sind, meist ohne an Durchmesser abzunehmen, nach und nach in eine gewisse Zahl derselben sich spalten. Was man Drüsenbläschen (*Acini*)



Fig. 233.

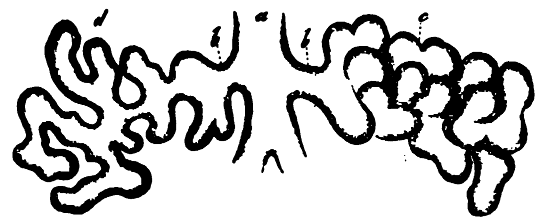


Fig. 234.

genannt hat, sind nichts anderes, als die Ausbuchtungen und Enden dieser Canäle oder die letzten Aeste der Ausführungsgänge. Dieselben erscheinen, oberflächlich und bei kleineren Vergrösserungen betrachtet, alle gleichmässig rundlich oder birnförmig, eine genaue Untersuchung eines ganzen Läppchens und noch besser einer zerzupften und eingespritztenDrüse ergibt jedoch, dass die Form derselben eine sehr wechselnde, rundliche, birnförmige oder längliche ist. Es ist nicht möglich, alle vorkommenden Gestalten ausführlich zu beschreiben, und ich will daher nur noch bemerken, dass die Enden der Drüsenläppchen häufig im Kleinen das Bild der Samenbläschen und auch den Bau derselben wiederholen, und zugleich auf beistehende, zum Theil schematische Figur verweisen (Fig. 234).

Alle feinsten Drüsengänge und Bläschen, deren Durchmesser von 45—180 μ wechselt, bestehen aus einer besondern gleichartigen Hülle, der *Membrana propria* von

Fig. 233. Traubenförmige Schleimdrüse vom Boden der Mundhöhle. *a.* Bindegewebshülle, *b.* Ausführungsgang, *c.* Drüsenbläschen, *d.* Gänge der Läppchen. Vom Menschen. Vergr. 50.

Fig. 234. Schema zweier Gänge eines Schleimdrüsenläppchens. *a.* Ausführungsgang des Läppchens, *b.* Nebenast, *c.* die Drüsenbläschen an einem solchen *in situ*, *d.* dieselben auseinandergelegt und der Gang entfaltet.

1,8—2,7 μ Dicke und einem Epithel (Fig. 235), das an frischen Drüsen als ein die Drüsenenden ganz und gar auskleidender Ueberzug sich ergibt, jedoch sehr gern abfällt und dann die Drüsenbläschen als eine körnige Masse erfüllt. Die Epithelzellen liegen in einfacher Schicht an der *Membrana propria*, sind 5—6eckig, oft etwas in die Länge gezogen, 10—14 μ breit, 7—9 μ dick, und enthalten ausser einem rundlichen oder länglichrunden Kerne oft mit deutlichem Nucleolus und, wie *Donders* zuerst richtig angab, flüssigem Schleimstoffe, der durch Essigsäure gerinnt (weshalb auch die Zellen durch dieses Mittel dunkel werden), ohne Ausnahme eine gewisse Zahl grösserer oder kleinerer Körner, die bald einfach wie weisses Fett sich ausnehmen, bald gelblich und bräunlich gefärbt sind, und dadurch die Farbe der Drüsen selbst mit bedingen helfen.

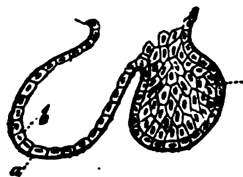


Fig. 235.

Die eben beschriebenen Elemente der Drüsenläppchen liegen zwar alle sehr dicht beisammen, so dass sie nicht selten durch gegenseitigen Druck leicht sich abflachen. doch findet sich immer noch zwischen ihnen eine gewisse Menge von Bindegewebe, in welchem die Gefässe des Läppchens verlaufen. Ausserdem sind dann die einzelnen Läppchen und die ganzen Drüsen von derberen Hüllen eines elastische Fäserchen führenden Bindegewebes. das auch Fettzellen enthalten kann, umgeben. An kleinen Drüsen, wie Fig. 233, unterscheidet man von Unterabtheilungen nur die beschriebenen Läppchen und Drüsenbläschen oder Schläuche, an grösseren dagegen, wie an den Lippen- und Gaumendrüsen, werden die kleinsten Läppchen gruppenweise von etwas stärkeren Bindegewebsscheiden umgeben, so dass dann auch eine gewisse Zahl von secundären Läppchen vorhanden ist, von denen jedes einer einfachen Drüse entspricht und auch dieselbe Grösse hat wie sie, d. h. etwa 1—3,3 mm.

Die Ausführungsgänge der Läppchen haben eine bindegewebige Hülle mit Netzen feiner elastischer Fasern und eine einfache 18—22 μ mächtige Lage von cylindrischen Zellen. In den Hauptausführungsgängen misst die an elastischen Fasern sehr reiche Wand an den kleinsten Drüsen schon 45 μ, an den grösseren bis zu 67 μ und 90 μ, das Epithel 22—27 μ. Von Muskelfasern sah ich weder an den Drüsen selbst, noch an den Ausführungsgängen eine Spur, dagegen besitzen dieselben viele kleineren Gefässe, die mit dem Ausführungsgange oder sonst zwischen die Läppchen eindringen und im Innern ein weiteres Netz von Capillaren von 6,7 μ bilden. das die einzelnen Schläuche und Bläschen umspinnt, so dass auf jeden Fall ein jeder derselben mit 3—4 Capillaren in Berührung ist. — Nerven finden sich reichlich an den Ausführungsgängen, und hie und da auch als mittelfeine Fasern in den Drüsen selbst.

Die Absonderung der traubenförmigen Drüsen ist ein klarer gelblicher offenbar aus den Epithelzellen stammender Schleim mit nur zufällig beigemengten Körnchen, Kernen, Zellenresten, der die Ausführungsgänge und übrigen Drüsenräume bis in die letzten Enden hinein erfüllt und auch in diesen durch Essigsäurezusatz leicht als eine streifige zähe Masse zur Anschauung zu bringen ist. Sogenannte Schleimkörperchen, wie sie in den Mundflüssigkeiten sich finden, habe ich nie in einer Schleimdrüse gesehen, was *Donders* und *Bernard* bestätigen, und bin ich der Ansicht, dass die Schleimabsonderung regelrecht ohne Zellenbildung vor sich geht.

2. Balgdrüsen (*Glandulae folliculares*).

§. 132.

Die Balgdrüsen der Mundhöhle finden sich einmal als einfache Bälge an der Zungenwurzel und zweitens als zusammengesetzte rechts und links vom

Fig. 235. Zwei Drüsenbläschen einer traubenförmigen Schleimdrüse des Menschen. 300mal verg. *a. M. propria*, *b.* Epithel, wie es im scheinbaren Durchschnitte eines Bläschens erscheint, *c.* dasselbe von der Fläche gesehen.

[illegible] die **Mandeln**, *Tonsillae*. Im Baue sind diese Organe insofern [illegible] als die Tonsillen als ein Haufen einfacher Balgdrüsen aufgefasst [illegible] weichen dagegen von den Schleimdrüsen so sehr ab, dass sie in [illegible] mit denselben sich zusammenstellen lassen.

[illegible] **Balgdrüsen** der Zungenwurzel (Fig. 236) liegen als eine [illegible] Schicht von den *Papillae vallatae* bis zur *Epiglottis* und von [illegible] andern über den Schleimdrüsen dieser Gegend unmittelbar an der [illegible] Lage ist so oberflächlich, dass die einzelnen Drüsen schon von [illegible] artige Erhebungen der Schleimhaut sich kundgeben und in Zahl und [illegible] erkennen lassen. Legt man dieselben frei, so sieht man, dass jeder [illegible] förmige, auch wohl kugelige Masse von 1—4 mm Durchmesser ist, [illegible] äussern Seite von der hier sehr dünnen Schleimhaut bekleidet wird, [illegible] submucöse Gewebe eingebettet ist, und an ihrer untern Fläche den Aus- [illegible] einer tiefer gelegenen Schleimdrüse aufnimmt. In der Mitte der freien [illegible] sich an jeder Balgdrüse eine punctförmige, von blossem Auge leicht [illegible] ziemlich weite (von 0,5—1 mm) Oeffnung, die in eine trichterförmige [illegible] einerseits durch ihre im Verhältnisse zur Grösse des Balges bedeu- [illegible] andererseits durch ihre dicken Wandungen sich auszeichnet, und meist [illegible] schleimartigen Masse gefüllt ist.

[illegible] Balgdrüse (Fig. 236) ist eine dickwandige Kapsel, die aussen von [illegible] tiefen Lagen der *Mucosa* zusammenhängenden Faserhülle umgeben, innen von einer Fortsetzung der Mundhöhlenschleimhaut mit Papillen und Epithel ausgekleidet ist und zwischen beiden in einer zarten, faserigen, gefässreichen Grundlage eine gewisse Zahl grosser, ganz geschlossener **Kapseln** oder **Follikel** enthält (Fig. 236. *g*), die bei einer Grösse von 0,2—0,5 mm, runder oder länglichrunder Gestalt und weisslicher Farbe, den Kapseln der *Peyer*'schen und solitären Drüsen, und den Bläschen [illegible] der Lymphdrüsen sehr ähnlich sind, und aus einer 4—7 μ dicken, ziem- [illegible] Hülle von Bindesubstanz ohne elastische Fasern und einem grauweissen [illegible], der beim Anstechen eines Follikels als ein in Wasser sich zer- [illegible] Tröpfchen hervorquillt, und aus Flüssigkeit und geformten Theilchen ge- [illegible] Erstere von alkalischer Reaction und ohne Schleimstoff ist in äusserst [illegible] Menge da, so dass sie nur als Bindemittel der lymphkörperchen ähnlichen [illegible] Zellen erscheint, die übrigens in den Maschen eines *Reticulum* enthalten, [illegible] mit dem der Follikel der *Peyer*'schen Drüsen ganz übereinstimmt (siehe unten [illegible]). Die Lagerung der Follikel ist meist so, dass dieselben eine fast zusam- [illegible] einfache Schicht zwischen der äussern Hülle und dem Epithel der Balg- [illegible] bilden, doch findet man auch, wenigstens bei Thieren, stellenweise zwei Fol- [illegible] hintereinander oder grössere Abstände derselben.

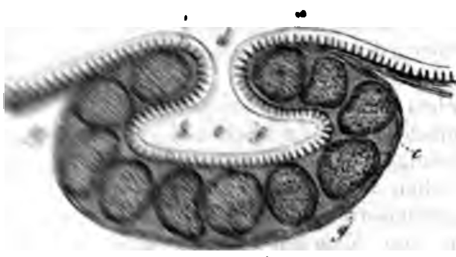


Fig. 236.

Die **Gefässe** der Balgdrüsen sind sehr zahlreich und lassen sich beim Menschen, [illegible] Blut gefüllt, oft leicht verfolgen. Kleine Arterien treten von aussen her durch die [illegible] hülle ins Innere hinein, verästeln sich zwischen den einzelnen Follikeln auf- [illegible] baumförmig, und enden in den Papillen und dann an und in den

[illegible] Balgdrüse von der Zungenwurzel des Menschen. *a*. Epithel, das dieselbe [illegible] Papillen. *c*. äussere Fläche der Balgdrüse mit Bindegewebshülle, *e*. Höh- [illegible] des Balges [illegible] Epithel desselben. *g*. Follikel in der dicken Wand des Balges. — Ver- [illegible]

Follikeln. Die ableitenden Venen sammeln sich von den beiden genannten Orten her und sind weit und zahlreich. Auch Lymphgefässe scheinen nach *E. H. Weber* (*Meck.* Arch. 1827. S. 282) von diesen Drüsen zu kommen, welche *Frey* entgegen *Teichmann* genauer verfolgt und denen der Tonsillen gleich gefunden hat, und Nerven habe ich selbst an diesen Organen wahrgenommen.

Die Mandeln oder Tonsillen sind nach meinen Untersuchungen nichts als ein Haufen einer gewissen Zahl (10 bis 20) zusammengesetzter Balgdrüsen, die, fest untereinander verbunden und von einer gemeinsamen Hülle zusammengehalten, ein grösseres halbkugeliges Organ bilden und auch häufig mit ihren Oeffnungen in einige wenige zusammenfliessen. Jeder Abschnitt der Tonsille hat, so verschieden auch die Gestalt seiner Höhle und seine äussere Form ist, doch ganz denselben Bau. Geht man von der Mundhöhle aus, so ergibt sich, dass das Epithelium auch in die einzelnen Höhlen der Tonsille eingeht und, wenn auch etwas verdünnt, dieselben bis in die letzten Nebenhöhlen vollständig auskleidet. Unter demselben trifft man eine grauliche, weiche, sehr gefässreiche, 0,7—1 mm dicke Membran, und nach aussen schliesslich noch eine derbe, verhältnissmässig dicke Faserhülle, welche da, wo zwei Lappen oder Abschnitte der Tonsille sich berühren, denselben gemeinschaftlich angehört und an den äussern Enden derselben mit der gemeinschaftlichen Hülle des Organes zusammenhängt. Die weiche dicke Lage zwischen Epithel und Faserhülle hat dieselbe Zusammensetzung, wie die entsprechende Lage der Balgdrüsen der Zungenwurzel. Auch hier zeigen sich gegen das Epithel kegel- oder fadenförmige, selbst leicht ästige Papillen, dann im Innern rundliche, ganz geschlossene Follikel, einer dicht am andern, von derselben Grösse und mit demselben Inhalte wie dort, endlich ein weiches, dieselben verbindendes und zahlreiche Gefässe führendes Fasergewebe. Die Blutgefässe sind noch zahlreicher als in den Bälgen der Zunge, ihre Verästelung jedoch im Ganzen dieselbe wie dort (Fig. 239), und was Lymphgefässe anlangt, so hat *Frey* gefunden, dass jeder Follikel von Netzen ziemlich enger Lymphbahnen umsponnen ist, die mehr weniger weit an denselben emporsteigen, und zuletzt blind enden. An der Basis der Follikel münden diese Gefässe in reichliche Netze, die schliesslich in der Hülle des Organes in klappenführende Canäle übergehen (Vierteljahrschr. d. Züricher naturf. Ges. Bd. 7 S. 410). Auch *F. Th. Schmidt* hat diese Gefässe injicirt

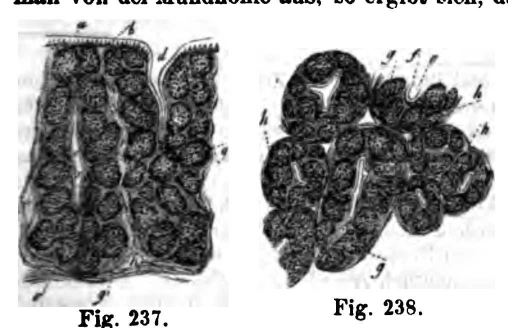


Fig. 237. Fig. 238.

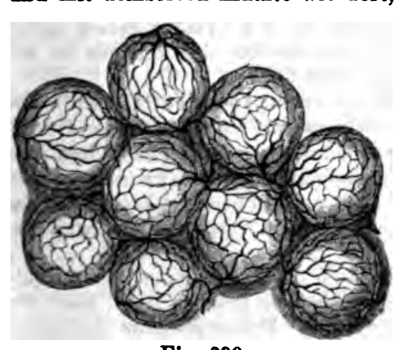


Fig. 239.

Fig. 237. Ein Stück der Tonsille des Schweines im senkrechten Durchschnitte. Vergrösserung 10. *a.* Epithel der Mundhöhlenfläche der Tonsille, *b.* Papillen der Schleimhaut. *c.* äussere Fläche der Tonsille mit der Bindegewebshülle, *d.* Mündungen der einzelnen Bälge, *e.* Höhlungen derselben, *f.* Epithel der Höhlungen, *g.* Follikel in den Wänden der Bälge. *h.* Bindegewebe zwischen den einzelnen Bälgen.

Fig. 238. Ein Stück Tonsille des Schweines im Querschnitte. Buchstaben *e—h* wie vorhin.

Fig. 239. Gefässe einiger Follikel aus der Tonsille des Menschen von der Höhlung eines Balges aus betrachtet. Vergrösserung 60.

[illegible] seine Angaben nicht ganz mit denen von *Frey* überein. Die [illegible] besteht aus Bindegewebe mit elastischen Fasern und nimmt [illegible] Schlundkopfschnürers auf. — **Nerven** sieht man sowohl [illegible] als in den Papillen, doch habe ich hier so wenig wie in den [illegible] eigentlichen Haut der Follikel, solche zu finden vermocht. [illegible] und Schleimbälge der Zunge im Baue, so scheinen sie auch im [illegible], doch ist derselbe von den ersteren nicht leicht rein zu [illegible] auch Schleimdrüsengänge aufnehmen. Derselbe ist eine grau- [illegible] Masse, die jedoch, so viel ich finde, keinen Schleimstoff enthält. [illegible] nur aus losgestossenem Epithelium (Plättchen) besteht, oder aus [illegible] Zellen gemengt, die wahrscheinlich dieselbe Bedeutung wie die [illegible] Schleimkörperchen haben (siehe unten). In krankhaften Fällen enthalten [illegible] Organe auch den Inhalt geborstener Follikel.

[illegible] Bau der Tonsillen und Balgdrüsen der Zungenwurzel wurde schon [illegible] aufgedeckt, doch dauerte es volle 10 Jahre, bis die Wahrheit sich Bahn [illegible] im Jahre 1859 *Sachs* und *Reichert* diese Organe für traubenförmige [illegible] für pathologische Bildungen erklärten. Die wesentlichsten Ergän- [illegible] Beschreibung waren folgende. Im Jahre 1855 (Handb. 2. Aufl. [illegible] im Innern der Follikel der Tonsillen, welche dann später auch [illegible] Beitr. S. 133), der ausserdem auch das *Reticulum* im Innern schil- [illegible] von mir als Netz von Bindesubstanzzellen aufgefasst wird. Ein [illegible] bei dessen Gewinnung namentlich *Huxley*, *Billroth*, *Henle* und [illegible] Kopenhagen, der hier diese Organe untersuchte, sich betheiligten, geschah [illegible] nach und nach erkannte, dass die fraglichen Organe die eigenthümliche [illegible] die sie kennzeichnet, nicht immer in geschlossenen gutbegrenzten [illegible] auch in formlosen Massen enthalten, die entweder zwischen den Follikeln [illegible] Stelle einzelner derselben einnehmen, oder wie aus Verschmelzung meh- [illegible] hervorgegangen erscheinen. So stellte sich immer mehr die Aehnlichkeit [illegible] den übrigen lymphdrüsenartigen Organen, den Follikeln des Darmes und [illegible] der *Thymus*, sowie mit den Lymphdrüsen selbst heraus, auf welche ich schon [illegible] aufmerksam gemacht hatte, und die später besonders von *Brücke* betont [illegible] Immerhin ist die Beziehung der Tonsillen zu den Lymphgefässen nichts [illegible] aufgeklärt, wenn auch zu vermuthen steht, dass dieselbe eine ähnliche ist, wie [illegible] Follikeln des Dünndarmes, deren Beschreibung unten folgt.

[illegible] bezeichnet alle vorhin erwähnten Organe als »**conglobirte Drüsen**« und [illegible] als »**conglobirte Drüsensubstanz**«. Ich finde keinen Grund, [illegible] Namen **Balgdrüsen**, den ich gewissen derselben gegeben, zu ändern, und [illegible] auch als allgemeine Bezeichnung für alle lymphdrüsenartigen Organe gebraucht [illegible] Gewebe dieser Organe schildert *Henle* auch noch in neuester Zeit (*Splanchn.* [illegible] gewöhnliches Bindegewebe, während dasselbe aus einem Netze von Bindegewebs- [illegible] besteht (siehe § 23).

[illegible] kommen beim Menschen auch Balgdrüsen der Zungenwurzel ohne Hohl- [illegible] Vielleicht verdienen solche Organe, die ich noch nicht gesehen habe, eher den [illegible] von breiten Papillen, die in ihrem Innern cytogene Drüsensubstanz enthalten. [illegible] hat Hr. Dr. *Schmidt* aus Kopenhagen bei Säugethieren in ächten Zungen- [illegible] ein solches Gewebe und selbst scharf begrenzte Follikel gefunden.

[illegible] Menschen scheinen bei den Entzündungen der Mandeln und ihren Folgen die [illegible] derselben anzuschwellen, in ihrem Inhalte sich zu ändern und dann zu bersten. [illegible] mit käseartigen Massen gefüllten geschlossenen Bälge, die man in erkrankten [illegible] möchten, wenn sie eine gewisse Grösse nicht überschreiten, nichts [illegible] als solche Follikel sein und durch ihr Bersten jene Massen liefern, die in den grös- [illegible] sich anhäufen. So kommt es, dass man so oft in den Wänden der Mandeln [illegible] Bau nicht mehr erkennt, und höchstens noch geöffnete Follikel, meist nichts [illegible] von Fasern und Gefässen durchzogene Masse von Resten der Papillen [illegible] findet. Bei Kindern und in gewissen Fällen von leicht angeschwollenen [illegible] sieht man jedoch die Follikel derselben sehr schön. Von Thieren sind zu empfehlen

die Tonsille des Schweines und Schafes, und die Zungenbälge des Ochsen, dann Tonsillen ähnliche Organe nahe am Eingange des Larynx beim Schweine, Schafe und Ochsen, bei denen an frischen und in starkem Alkohol erhärteten Theilen der Bau stets leicht zu ermitteln ist.

3. Speicheldrüsen.

§. 133.

Die Speicheldrüsen, *Glandulae salivales*, d. h. die *Parotis*, *Submaxillaris*, *Sublingualis* und die *Rivini*'schen Drüsen, stimmen in ihrem gröberen Baue so sehr mit den traubenförmigen Schleimdrüschen überein, dass eine ausführliche Beschreibung derselben überflüssig ist. Dieselben sind zusammengesetzte traubige Drüsen und können der Form nach als eine Vereinigung vieler Schleimdrüschen aufgefasst werden. Die Läppchen erster und zweiter Ordnung nämlich, die man an diesen Drüsen wahrnimmt, entsprechen die letztern den ganzen Schleimdrüschen, die ersteren den einzelnen Läppchen derselben. Die Läppchen zweiter Ordnung treten dann zu noch grösseren Abtheilungen zusammen, und eine gewisse Zahl von solchen bildet die ganze Drüse. Die Ausführungsgänge sind, entsprechend der Zahl der Drüsenunterabtheilungen, mehr oder weniger verästelt, und verhalten sich schliesslich in ihren Enden wie die der Schleimdrüschen.

Die feinere Zusammensetzung der Speicheldrüsen ist in der neuesten Zeit Gegenstand mehrfacher Untersuchungen gewesen, die den Blick in neue, jedoch noch nicht nach allen Seiten hinreichend erkannte Verhältnisse eröffnet haben. Die Drüsenbläschen messen bei allen Drüsenarten gleichmässig 36 — 54 — 68 μ, sind eben so verschieden geformt, wie bei den Schleimdrüschen und gehen in ähnlicher Weise wie dort aus den Ausführungsgängen hervor. Ob dieselben eine *Membrana propria* besitzen, wie die meisten Forscher annehmen oder einer solchen entbehren (*Schlüter*) ist schwer zu entscheiden, ich glaube jedoch nach neuen Untersuchungen der Unterkieferdrüse des Hundes und der Katze annehmen zu müssen, dass die Umhüllung der Drüsenbläschen einzig und allein von sternförmigen abgeplatteten, vielleicht verschmolzenen Körpern gebildet wird (Fig. 240), die mir Bindegewebskörperchen zu entsprechen scheinen. Innerhalb dieser Begrenzung bestehen die Drüsenbläschen wesentlich aus einem Pflasterepithel in einfacher Lage, dessen Elemente im Mittel 11 — 18 μ messen und bei verschiedenen Geschöpfen und in den verschiedenen Drüsen etwas verschieden sich verhalten. Die Form anbelangend, so sind dieselben wie es scheint, in den meisten Fällen wie die entsprechenden Elemente andrer Orte gebildet, nur dass die Kerne in den äusseren Theilen der Zellen liegen (Fig. 241), auf der andern Seite aber finden sich beim Hunde, nach der Entdeckung von *Schlüter* und *Giannuzzi* eigenthümliche stielartige Fortsätze an den äusseren Enden der Zellen. An für sich dargestellten und aufgequollenen Zellen nehmen sich diese Fortsätze so aus, wie die Fig. 242 sie zeigt, es ist jedoch zu bemerken, dass dieselben in ihrer natürlichen Lage alle so gebogen sind, wie die Fig. 243 dies schematisch zeigt.



Fig. 240.

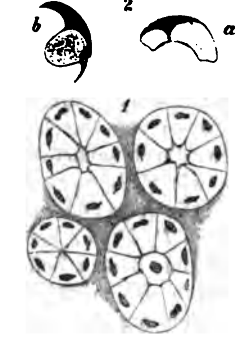


Fig. 241.

Fig. 240. Eigenthümliche sternförmige zellenartige Gebilde aus der Umhüllung der Drüsenbläschen der *Submaxillaris* der Katze, eines mit einem kernartigen Gebilde. Vergr. 350.

Fig. 241. 1. Vier Drüsenbläschen aus der *Submaxillaris* der Ochsen mit dem Epithel und den Kernen, von denen zwei das Lumen zeigen. Vergr. 400; 2. Zwei Halbmonde (*Giannuzzi*) aus der *Submaxillaris* des Hundes, jeder mit einem Kern. An dem einen Halbmonde *b.* sitzt eine Speichelzelle an. Vergr. 350.

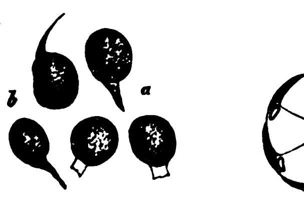


Fig. 242. Fig 243.

Ferner sind diese Fortsätze nicht kegelförmig und ausnahmslos eigenthümlich dunkel conturirt, wie sie *Giannuzzi* zeichnet, vielmehr platt und nur in Seitenansichten dunkel, sonst ganz blass und zartrandig. Länge und Form derselben sind sehr wechselnd, wie diess die Fig. 242 hinreichend deutlich zeigt. Der Kern dieser Zellen, der an mit Carmin und Essigsäure behandelten Stücken am leichtesten zu erkennen ist, sitzt im äussersten Theile der Zellen immer an der Abgangsstelle des Fortsatzes, der jedoch keineswegs als Verlängerung des Kernes, sondern der ganzen Zelle erscheint, obschon er an dem Aufquellen derselben, so viel ersichtlich, keinen oder wenigstens keinen erheblichen Antheil nimmt.

Ob die Epithelzellen der Bläschen der Speicheldrüsen oder die Speichelzellen, wie man sie heissen kann, eine Membran besitzen oder hüllenlose Protoblasten sind ist nicht leicht zu sagen, doch scheint mir das Aufquellen derselben zu rundlichen Gebilden unter Aufhellung des Inhaltes, das in verdünnter Chromsäure und vor allem in sehr diluirten kaustischen Alkalien statt hat, ziemlich bestimmt für eine Hülle zu sprechen. — Der Inhalt der Zellen besteht in der *Submaxillaris* und *Sublingualis* regelrecht aus Schleimstoff und zeigt auch meist eine grössere Zahl von Fettkörnchen, auch wohl Pigmentkörnchen, wogegen in der *Parotis* der Schleimstoff fehlt und auch die körnigen Bildungen seltener sind. Essigsäure trübt dort den Inhalt der Zellen und klärt dieselben auch im Ueberschusse nicht, weshalb dieselbe zur Untersuchung nicht zu empfehlen ist, wogegen verdünntes Natron und vor Allem sehr schwach alkalische Carminlösung die besten Dienste leisten.

Aus der *Submaxillaris* des Hundes kennt man durch *Giannuzzi* noch andere eigenthümliche Bildungen, die derselbe mit dem Namen der »Halbmonde« belegt. An ganzen Drüsenbläschen erscheinen dieselben in der in der Fig. 244 dargestellten Form und ist es unmöglich ihr genaueres Verhalten zu erkennen. Behandelt man dagegen die Drüsenbläschen mit sehr verdünnter Chromsäure, so gelingt es nicht gerade schwer neben den Speichelzellen auch diese Halbmonde für sich darzustellen und ergeben sich dieselben dann (Fig. 241) als eigenthümliche platt gedrückte Zellen mit einem oder (*Giannuzzi*) mehreren, oft schwer zu Anschauung zu bringenden Kernen, welche in besondere, durch Leisten geschiedene Vertiefungen ihrer Innenfläche zwei oder drei der gewöhnlichen Speichelzellen aufnehmen. Solche Halbmonde fand ich ausser beim Hunde auch beim Ochsen; bei der Katze sind sie nach *Heidenhain* durch eine besondere meist fast die ganze Peripherie der Drüsenbläschen einnehmende Schicht von Zellen vertreten, die durch geringe Grösse und körnigen Inhalt ausgezeichnet, jedoch nicht immer durch scharfe Grenzen von einander geschieden sind. Beim Kaninchen vermisse ich, wie *Pflüger*, diese Halbmonde.

Die Ausführungsgänge der Speicheldrüsen oder die Speichelröhren, wie sie *Pflüger* heisst, sind von einem Cylinderepithelium in einfacher Schicht ausgekleidet, dessen Zellen bis 36 μ Länge messen und nach *Pflüger's* Entdeckung dadurch sich auszeichnen, dass die äussere Hälfte der Zellen jenseits des Kernes in der Richtung ihrer Längsaxe feinstreifig ist (Fig. 244) und in verschiedenen Reagentien (verdünnte Chromsäure, Essigsäure, conc. Kaust. Kali) wie in feine Fäserchen

Fig. 242. Epithelzellen der Drüsenbläschen der *Submaxillaris* des Hundes durch verdünnte Chromsäure isolirt mit ihren stielartigen Fortsätzen, die theils im Profil (*b*) theils von der Fläche (*a*) sich darstellen. Vergr. 350.

Fig. 243. Ein Drüsenbläschen der *Submaxillaris* des Hundes zum Nachweis der Lagerung der Fortsätze der Speichelzellen mit Weglassung einer Zelle, Schema.

zerfällt, die nach *Pflüger* varicös sein sollen. Der übrige Theil der Wand, der beim *Ductus Stenonianus* sehr dick ist, viel dünner bei den andern, hat einen festen derben Bau und besteht aus Bindegewebe mit vielen sehr dichten Netzen von feinen und mitteldicken elastischen Fasern. Nur beim *Ductus Whartonianus* zeigt sich nach aussen vom Epithel und einer Doppellage von elastischen Häuten, deren Elemente der Quere und der Länge nach ziehen, eine mit grosser Mühe nachweisbare und in ihren Elementen darstellbare schwache Lage von glatten Muskeln, mit kurzen, nicht sehr zierlichen Kernen von 9 — 13 — 17 μ, welche Längsfaserschicht noch von einer Lage von Bindegewebe mit elastischen Fäserchen bedeckt ist. *Schlüter* glaubt beim Hunde auch an den Gängen innerhalb der Drüse spärliche Muskelfasern gesehen zu haben.

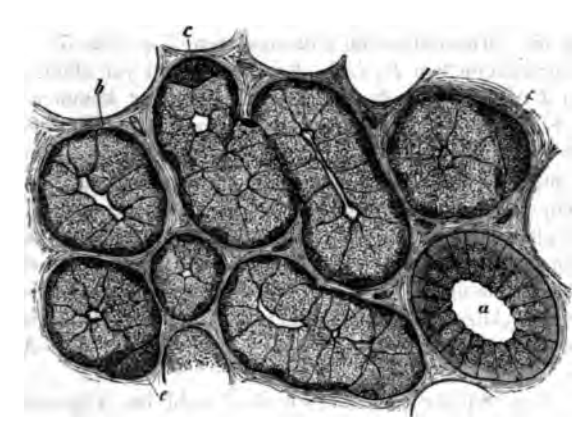


Fig. 244.

Die Gefässe der Speicheldrüsen sind sehr zahlreich und zeigen den gewöhnlichen Bau. Die Capillaren bilden weite Netze, in welche die Drüsenbläschen eingebettet sind, so dass jedes Bläschen von mehreren Seiten her Blut erhält, und messen 6—9 μ. Auch an den Ausführungsgängen sind ziemlich viele Gefässe vorhanden. Saugadern finden sich in den Speicheldrüsen ebenfalls, und hat neulich *Giannuzzi* in der *Submaxillaris* des Hundes ihre Anfänge untersucht. *G.* schildert dieselben als Spalträume, welche die Drüsenbläschen umgeben und in ähnliche Räume in der Hülle der Läppchen und längs der Ausführungsgänge und Gefässe übergehen. Weitere Untersuchungen werden zu zeigen haben, ob diese Räume wirklich dem Lymphgefässsystem angehören oder nicht.

Ueber die Nerven der Speicheldrüsen bringen die neueren Untersuchungen von *W. Krause, Reich, Schlüter, Pflüger und Bidder* viel Neues und Wichtiges, leider aber noch keinen genügenden Abschluss. Alle Speicheldrüsen werden von zwei Quellen aus, vom *Sympathicus* und von gewissen Kopfnerven, mit Aesten versorgt und theilen sich diese und im Innern der Drüsen in Gefässnerven und eigentliche Drüsennerven, die mit den Ausführungsgängen bis zu den einfachsten Drüsenläppchen verlaufen. Erstere führen feine Fasern, entbehren der Ganglien (*Krause*) und sind in ihren letzten Endigungen noch nicht verfolgt. Die Drüsennerven bestehen anfänglich vorwiegend aus starken Nervenröhren (von 9—15 μ nach *Bidder*), bilden Plexus um die Drüsengänge herum und zeigen in ihrem Verlaufe sowohl Theilungen der Primitivfasern als zahlreiche grössere und kleinere Ganglien, die erst beim Eintritte der Nerven in die kleinsten Läppchen aufhören. (*Krause*). Mit den Ganglien treten auch blasse Nervenfasern auf, deren Abstammung, ob aus dem Sympathicus oder aus den Ganglienzellen der Drüsen selbst, noch nicht mit Sicherheit ermittelt ist.

In Betreff der Endigungen der Nerven ist einmal zu erwähnen, dass *Krause* in

Fig. 244. Aus der *Submaxillaris* des Hundes. Vergr. 570. *a.* Speichelröhre, *b.* Drüsenbläschen, mit kernhaltigen Speichelzellen und z. Th. mit Lumen. *c.* »Halbmonde.« Mit Carmin und Essigsäure behandelter Schnitt einer in Alkohol erhärteten Drüse.

der untern Backendrüse des Igels und der *Submaxillaris* der Katze einfache Formen *Pacini*'scher Körperchen (Endkapseln der Drüsennerven *Kr.*) aufgefunden hat. (Zeitschr. f. rat. Med. XXIII. Taf. VI.). Die erste Beobachtung ferner über Nervenenden an den Drüsenelementen selbst rührt ebenfalls von *Krause* her, und sah derselbe eine blasse Faser zweigetheilt an ein Drüsenbläschen sich ansetzen (l. c. Fig. 7). Weitere Aufschlüsse geben die Beobachtungen von *Reich*, *Schlüter* und vor allem die ausgedehnten Forschungen von *Pflüger*. Nach dem letzten Forscher kommen an den Drüsenbläschen des Kaninchens dreierlei Nervenendigungen vor. Erstens gehen dunkelrandige Nerven zu denselben, durchbohren die *Membrana propria* und setzen sich mit ihren verästelten Enden so mit den Speichelzellen in Verbindung, dass jedes Nervenende mit dem Kern einer Zelle zusammenhängt. Zweitens sitzen an den Nervenfasern der einfachsten Läppchen multipolare Zellen seitlich an und diese verbinden sich durch Ausläufer mit dem *Protoplasma* der Speichelzellen. Drittens endlich gehen stärkere Nervenfasern in Büschel feinster varicöser Fädchen getheilt ebenfalls an das *Protoplasma* der Speichelzellen. Ausserdem beschreiben *Reich* und *Pflüger* Verbindungen feinster Nervenfäserchen mit den Cylinderepithelzellen der Ausführungsgänge.

Die Absonderung der Speicheldrüsen darf wohl im Allgemeinen als eine der geformten Elemente entbehrende bezeichnet werden, doch ergeben die Erfahrungen von *Heidenhain* und *Schlüter*, dass Nervenreizung in der *Submaxillaris* des Hundes eine reichliche Zellenbildung hervorruft. Nach *H.* werden die eigentlichen Speichelzellen z. Th. nach aussen gedrängt, z. Th. entleeren sie ihren Inhalt und fallen zusammen, während die Substanz des »Halbmondes« wuchert und zahlreiche kleine runde Zellen bildet, die auch durch Theilung sich vermehren. Auch diese Zellen gehen als Speichelkörperchen in den Speichel über und zeigen aus den Drüsengängen genommen lebhafte amöboide Bewegung. Durch Wasserzusatz werden diese Elemente den sog. »Schleim- oder Speichelkörperchen« des Mundschleimes ähnlich (*Heidenhain*) und scheinen diese Gebilde somit in der That nur von den Drüsen, die in die Mundhöhle einmünden, abzustammen. Es sind diese Elemente rundliche Zellen von 9—11 μ Grösse mit einem einfachen oder mehrfachen Kerne, welche so zusagen immer, jedoch in sehr verschiedener Menge, in der Mundflüssigkeit sich finden und Eiterzellen ähnlich sehen.

Die Untersuchungen über die Nervenendigungen in den Speicheldrüsen sind offenbar noch weit vom Abschlusse entfernt, immerhin möchte doch aus den bisherigen Erfahrungen so viel hervorgehen, dass die Nervenfasern in einer innigeren Beziehung zu den Drüsenelementen stehen als man bisher vermuthet hat, worauf schon ihre bedeutende Anzahl und das physiologische Experiment hinweist. Welches diese Beziehungen sind, darüber wage ich keine Entscheidung, denn es ist mir trotz einer sorgfältigen Untersuchung der betreffenden Drüsen nicht gelungen, ganz bestimmte Anschauungen zu gewinnen, die jeden Zweifel ausschlössen, obschon ich oft genug Fäden und Fasern verschiedener Art scheinbar an Speichelzellen treten sah. Auch in Betreff der Abbildungen und Beschreibungen *Pflüger's* muss ich, unbeschadet der Hochachtung für diesen Forscher und der von ihm an diese Frage gewendeten Sorgfalt, bekennen, dass dieselben mir nicht ganz überzeugend erscheinen. Meinen Erfahrungen zufolge erlaube ich mir folgende Puncte hervorzuheben und weiterer Beachtung zu empfehlen. 1) Die multipolaren Zellen *Pflüger's*, die sternförmigen Zellen *Krause's* (l. c. Tab. VI Fig. 8) und *Henle's* (*Splanchnol.* S. 46 Fig. 28) halte ich entschieden für indifferente Umhüllungsgebilde der Drüsenbläschen und für die Theile, die die sogenannte *Membrana propria* bilden (s. Fig. 240). Dieselben scheinen mir eine Art *Reticulum* darzustellen wie ähnliche Elemente in der Niere, Leber etc. und kommen auch sehr deutlich an ausgepinselten Schnitten z. Th. in situ zum Vorschein. 2) Die Stiele der Speichelzellen des Hundes sind keine Fortsätze der Kerne, wie *Pflüger* behauptet, und scheint mir ihre Form wenig für eine Verbindung mit Nerven zu sprechen, doch will ich ein solches Verhalten nicht als unmöglich erklären. Vor allem wird es sich nun fragen, ob solche Fortsätze, die *Pflüger* jetzt auch vom Kaninchen zugibt, allgemein vorkommen. 3) So wunderbar die Angaben

Reich's und *Pflüger's* über die Cylinderzellen der Ausführungsgänge sind, so ist doch unzweifelhaft und leicht zu bestätigen, dass diese Zellen die beschriebene Zerfaserung an ihrem äussern Ende zeigen, der, weil sie an andern solchen Zellen fehlt, doch eine besondere Bedeutung zukommen mag.

Zur Untersuchung der Mundhöhlenschleimhaut sind vorzüglich senkrechte, an frischen oder in *Alcohol absolutus* erhärteten oder getrockneten Stücken gemachte Schnitte nöthig, an denen Papillen und Epithel sehr deutlich sind und durch ein sehr verdünntes kaustisches Natron noch klarer werden, wobei auch die tiefsten senkrechten Epithelzellen leicht zur Anschauung kommen. An in Wasser erweichten Stücken erforscht man die Papillen, oder, wenn man nur Lage und Form derselben kennen lernen will, an mit kaustischem Kali behandelten senkrechten oder Flächenschnitten, an denen das Epithel durch das Reagens sich löst. Ebenso verfährt man bei den Zungenpapillen, deren Epithel übrigens häufig, namentlich bei den *Filiformes*, nicht mehr ganz getroffen wird. Die Nerven aller dieser Theile sieht man, so weit sie dunkelrandig sind, durch verdünntes kaustisches Natron noch am besten, doch dient manchmal auch Essigsäure. Die blassen Enden der Nerven in der Mundschleimhaut der Amphibien sieht man am besten durch meine sehr verdünnte Essigsäurelösung (siehe S. 217). Die Zungenmusculatur ist durch feine Präparation zu erforschen und gelangt man durch dieses Mittel schon sehr weit, namentlich an lange in Spiritus gelegenen, halb erweichten Zungen. Frische Zungen sind auch verwendbar, doch lange nicht so gut, und ist es meist nöthig, dieselben so lange zu kochen, bis sie ganz weich sind. Um Schnitte für das Mikroskop zu gewinnen, kann man die Zunge trocknen oder in starkem Alkohol erhärten oder hart kochen. In allen drei Fällen ist das Natron sehr dienlich zur Aufhellung, obschon dasselbe die Muskelfasern allerdings etwas angreift. Zu empfehlen sind senkrechte Längs- und Querschnitte in verschiedenen Richtungen, namentlich auch durch die Drüsenregion. Sehr zierliche Bilder geben feine Schnitte durch in Chromsäure erhärtete Zungen von älteren und jüngeren Embryonen. Von den Drüsen ist das Wichtigste bereits angegeben.

Für die Untersuchung der Speicheldrüsen empfehle ich erstens durch Carmin gefärbte Schnitte in Alkohol gehärteter Drüsen mit und ohne Zusatz von Essigsäure, zweitens wie *Pflüger* sehr verdünnte Chromsäure von $\frac{1}{20}$—$\frac{1}{30}$ % zur Darstellung der Elemente. Ausserdem ist auch *Kali causticum conc.* und Maceration in meiner sehr verdünnten Essigsäure zu empfehlen. Für Weiteres verweise ich auf *Pflüger's* ausführliche Angaben.

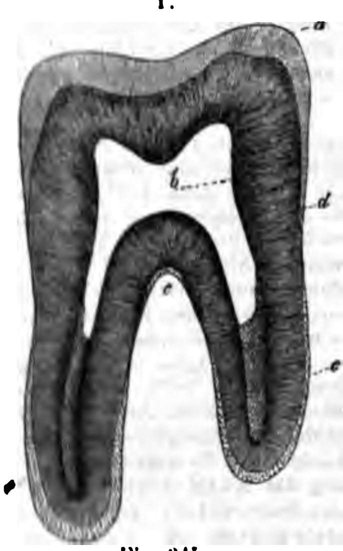
Literatur. *W. Bowman*, Art.: *Mucous membrane* in *Todd's Cyclopaedia of Anatomy*, Apr. 1852; *E. H. Weber*, Ueber die Schleimbälge und zusammengesetzten Drüsen der Zunge und über den Bau der *Parotis*, in *Meckel's* Arch. 1827, S. 276 u. 280; *A. Sebastian*, *Recherches anatomiques, physiologiques et pathologiques sur les glandes labiales*, *Groningue* 1842. *Huxley*, *On the tonsillar follicles* in *Micr. Journ.* Vol. II, p. 74; *A. v. Szontágh*, Beitr. z. f. Anat. d. weichen Gaumens in Sitzungsber. d. Wien. Akad. März 1856; *Gauster*, Unters. üb. d. Balgdrüsen d. Zungenwurzel, Wien 1857; *Donders*, *Bijdrage tot de Kennis van den bouw der Org. voor spijsvertering* etc., in *Ned. Lanc.* 1853. Oct. Nov. p. 295; *over de soogenoemde Speekselbolletjes* in *Ned. Lanc.* 3. Ser. 5. Jaarg. *p.* 240. *Bernard*, *Rech. sur la struct. des gland. saliv.* in *Mém. de la soc. d. Biol.* Tom. IV.; *R. Mayer*, Anat. Notizen in d. Freiburg. Berichten. No. 13. 1859. (Speicheldrüsen); *Sachs*, Zur Anatomie der Zungenbalgdrüsen und Mandeln, in *Müll.* Arch. 1859. S. 196, mit Zusatz v. *Reichert*; *G. Eckard*, Zur Anatomie der Zungenbalgdrüsen und Tonsillen, in *Virch.* Arch. Bd. XVII. S. 171; *A. Böttcher*, Einiges zur Verständigung in Betreff der Balgdrüsen in der Zungenwurzel, in *Virch.* Arch. Bd. XVIII. S. 190; *Billroth*, in *Virch.* Arch. XVIII. S. 94 und in Beitr. z. path. Histol. 1858. S. 131; *Asverus*, *De tonsillis*, *Diss.* Jena 1859; *Henle*, im Jahresbericht 1856 u. 1859; *W. Krause*, in Gött. Nachr. 1863. No. 18., 1864 No. 10.; in Zeitschr. für rat. Med. Bd. 21. S. 90, Bd. 23. S. 46. *B. Reich*, *Disq. micr. de finibus nerv. in gland. salival. Vratisl.* 1864. *Diss.*; *H. Schlüter*, *Disq. micr. et phys. de gland. salival. Vratisl.* 1865. *Diss.*; *G. Giannuzzi*, in Sitzungsber. d. sächs. Akad. Nov. 1865. *Pflüger*, in med. Centralbl. 1865 No. 57; 1866 No. 11, 13, 14, ferner Die Endigungen der Absonderungsnerven in den Speicheldrüsen. 3 Taf. Bonn 1866.; *F. Bidder*, in Arch. f. Anat. 1866. S. 321 und 1867 S. 1.; *C. J. Baur*, Ueber den Bau der Zunge, in *Meckel's* Arch. 1822. S. 350; *P. N. Gerdy*, *De la structure de la langue*, in *Recherches d'anatomie, de physiologie et de pathologie*, Paris 1823; *P. F. Blan-*

din, *Sur la structure de la langue*, in *Archiv. génér. de médecine* 1828; *J. Zaglas*, *On the muscular structure of the tongue of man and certain of mammalia*, in *Annals of Anatomy and Physiologie ed. by J. Goodsir*. 1850, I. p. 1; *H. Hyde Salter*, Art.: *Tongue*, in *Todd's Cyclopaedia of Anatomy*, *IV. Jun. and Sept.* 1850; *C. B. Brühl*, Ueber den Bau der Zunge der Haussäugethiere, in: Kleine Beiträge zur Anatomie der Haussäugethiere. Wien 1850. S. 1—6; *Sappey*, Ueber die Lymphgefässe der Zunge. in *Compt. rend.* 1847. p. 26 und Fror. Not. 1848. VI. S. 88; *Waller*, in den *Philosophical transactions* 1847; *H. Sachs*, *Obs. de linguae struct. penit. Diss.* Vratisl. 1856; *C. Fixsen*, *De linguae raninae textura. Diss.* Dorp. 1857; *S. Stricker*, Unters. üb. d. Papillen in der Mundhöhle von Froschlarven, in Sitzungsber. d. Wien. Akad. Oct. 1857; *Th. Billroth*, Ueber die Epithelialzellen und die Endigungen der Muskel- und Nervenfasern in der Zunge, in Deutsche Klinik. 1857; No. 21 und in *Müll.* Archiv 1858. S. 159; *Hoyer*, Mikr. Unters. üb. d. Zunge d. Frosches, in *Müll.* Arch. 1859. S. 501; *Axel Key*, Ueber d. Endigungen d. Geschmacksnerven in der Zunge des Frosches, in *Müll.* Arch. 1861. S. 329; *W. Krause*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 23, S. 55; *Hartmann*, in Arch. f. Anat. 1863. S. 635; *L. Beale*, in Philos. Trans. 1865. Vol. 155. I. S. 443; *Szabadföldy*, in Virch. Arch. Bd. 38. S. 177. — Ausserdem vergleiche man die anatomischen Werke von *E. H. Weber*, *Valentin* (im Handw. d. Phys.), *Todd-Bowman*, *Henle*, *Arnold*, *Huschke*, *Krause*, *Sappey* und mir, die Abbildungen von *Berres*, *Arnold*, *Langenbeck*, *Ecker*, *Bonn* und *Bonamy*.

D. Von den Zähnen.

§. 134.

Die Zähne, *Dentes*, sind harte, in die Alveolarfortsätze der Kiefer eingefügte Organe, die, obschon in ihrem Baue den Knochen zum Theil ganz gleich, zum



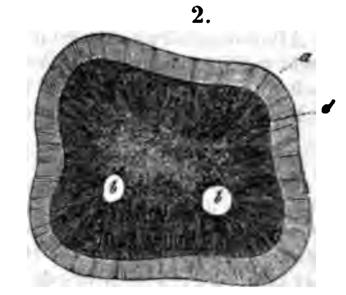


Fig. 245.

Theil nahe verwandt, doch ihrer Entwickelung zufolge als Schleimhautgebilde anzusehen sind.

An jedem Zahne unterscheidet man den eigentlichen Zahn und die Weichgebilde. Der erstere zerfällt in einen freien Theil, die Krone, *Corona*, und die in der Zahnhöhle befindliche ein- oder mehrfache Wurzel, *Radix*, über deren verschiedene Formen die Handbücher der Anatomie zu befragen sind, und enthält im Innern eine kleine Höhle, die Zahnhöhle, *Cavum dentis*, die, röhrenartig verlängert. *Canalis dentalis*, auch in die Wurzeln sich erstreckt und an der Spitze einer jeden

Fig. 245. Backzahn des Menschen, etwa 4mal vergr. 1. Der Länge, 2. der Quere nach durchschnitten. *a*. Schmelz. *b*. Pulpahöhle, *c*. Cement. *d*. Elfenbein mit den Zahnkanälchen

mit einer einfachen, selten doppelten (*Havers*, *Raschkow*) feinen Oeffnung ausgeht. Zu den Weichtheilen gehört einmal das Zahnfleisch, *Gingiva*, eine härtliche, von der Schleimhaut und dem Kieferperioste zugleich gebildete Masse, die die untere Hälfte der Krone oder den Hals des Zahnes, *Collum*, umgibt, zweitens das Periost der Zahnhöhle, das den Zahn sehr fest mit der Alveole verbindet, endlich der Zahnkeim, *Pulpa dentis*, eine weiche, gefäss- und nervenreiche Masse, die die Zahnhöhle erfüllt und durch die Oeffnung an der Wurzel mit dem erwähnten Perioste zusammenhängt.

Der eigentliche Zahn (Fig. 245) besteht aus drei verschiedenen Geweben: 1) dem Zahnbeine, welches die Hauptmasse des Zahnes ausmacht und im Allgemeinen dessen Form bestimmt, 2) dem Schmelze, der einen ziemlich dicken Ueberzug an der Krone bildet, und 3) dem Cemente, das die Wurzel äusserlich überzieht.

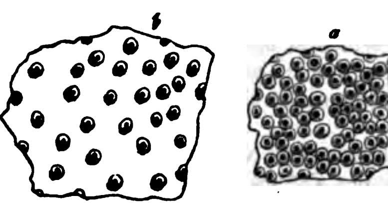
§. 135.

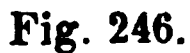
Das Zahnbein oder Elfenbein, *Substantia eburnea*, *Ebur*, *Dentine* der Engländer (Fig. 245. *d.*), ist gelblichweiss, auf dünnen Schnitten eines frischen Zahnes durchscheinend bis durchsichtig, getrocknet durch Luftaufnahme in besondere Röhren weiss, mit Atlas- oder Seidenglanz. An Härte und Sprödigkeit übertrifft dasselbe die Knochen bedeutend und ebenso das Cement, steht jedoch wiederum dem Schmelze nach. Dasselbe begrenzt mit Ausnahme einer ganz kleinen Stelle an der Wurzel, das *Cavum dentis* ganz allein, und liegt an einem unversehrten, nicht abgeschliffenen Zahne nirgends zu Tage, indem es auch am Halse desselben, wenn auch nur von dünnen Lagen von Schmelz und da, wo derselbe aufhört, von Cement überzogen ist.

Das Zahnbein besteht aus einer Grundsubstanz und vielen in derselben verlaufenden Röhrchen, den Zahnröhrchen oder Zahncanälchen, *Canaliculi dentium*. Die erstere ist an frischen Zähnen auch in den feinsten Schliffen ganz gleichartig, ohne Spur einer Zusammensetzung aus Zellen, Fasern oder andern Elementen. Nach dem Ausziehen der Kalksalze des Zahnbeines zeigt dieselbe dagegen eine grosse Geneigtheit, in der Richtung der Zahnröhrchen in gröbere Fasern zu zerreissen, von denen dann auch feine Fasern von 4,5—6,7 μ Breite sich abtrennen lassen, welche jedoch schon durch ihre unregelmässige Gestalt als Kunsterzeugnisse sich kundgeben und in der That ihre Entstehung einzig dem Umstande verdanken, dass die Zahnröhrchen alle dicht beisammen und einander gleich durch das Elfenbein verlaufen. Die Grundsubstanz ist in allen Theilen des Elfenbeines, jedoch nicht überall in gleicher Menge vorhanden. Im Allgemeinen ist sie in der Krone spärlicher als in der Wurzel und gegen die Zahnhöhle zu in geringerer Menge vorhanden, als in den äusseren an Schmelz und Cement grenzenden Theilen.

Die Zahncanälchen (Fig. 211, 212) sind mikroskopische, 1,3—2,2 μ, an der Wurzel zum Theil bis 4,5 μ weite Röhrchen, welche mit freien Mündungen an der Wand der Zahnhöhle beginnen und durch die ganze Dicke des Zahnbeines bis an Schmelz und das Cement verlaufen. Ein jedes Canälchen hat eine besondere, in ihrer Dicke dem Durchmesser desselben nachstehende Wand, die fast nur an querdurchschnittenen Canälchen, jedoch auch da nicht immer, als ein schmaler gelblicher Ring um sein Lumen zu erkennen ist, an Längsansichten dagegen dem Blicke fast ganz sich entzieht. Die an Querschliffen sichtbaren scheinbar dicken Wandungen der Canälchen (Fig. 246) sind nicht die wirklichen Wandungen, sondern Ringe, die dadurch entstehen, dass man an den nie ganz feinen Schliffen die Canälchen immer in einer gewissen Länge sieht, was bei ihrem spiralig gebogenen Verlaufe den Wandungen eine grössere Dicke gibt, als sie besitzen. Bringt man an einem Querschnitte

genau die Mündungen der Canälchen in den Focus, so nimmt man statt der dunklen Ringe nur einen gelblichen, ganz schmalen Saum wahr und diesen halte ich für die wirkliche Wand. Im Leben enthalten die Canälchen, deren Wand verkalkt zu denken ist, einen hellen, weichen, aber zähen Inhalt, die von *Tomes* zuerst bestimmt gesehenen Zahnfasern, wie ich sie nenne, und sind daher an frischen Stücken nicht so leicht zu sehen; anders in trockenen Schliffen, an denen die Zahnfasern eintrocknen und die Röhrchen mit Luft sich füllen, und einzeln bei durchscheinendem Lichte als schwarze Linien, bei Beleuchtung von oben als silberglänzende Fäden sich kund geben. Der ungemein grossen Zahl der Canälchen wegen, die an vielen Orten so bedeutend ist, dass dieselben mit ihren Wänden sich fast berühren, erscheinen auch trockene Schliffe milchweiss und sind, wenn sie nicht ganz dünn sind, für die mikroskopische Untersuchung unbrauchbar, ausser wenn durch Zusatz einer beliebigen hellen, nicht zähen Flüssigkeit die Luft aus den Canälchen vertrieben wird.




Fig. 246.

Der Verlauf der Zahncanälchen zeigt gewisse bestimmte Verhältnisse, die am besten aus den Figg. 247 und 250 sich entnehmen lassen, und ist nicht geradlinig, sondern wellenförmig, genauer bezeichnet schraubenförmig (*Welcker*); ausserdem zeigen dieselben auch noch zahlreiche Verästelungen und Verbindungen. Ein jedes Canälchen beschreibt in der Regel 2 oder 3 grosse Ausbiegungen und eine sehr grosse Zahl (bis auf 200 auf 1''' *Retzius*) kleine Krümmungen, die bald stärker bald schwächer ausgesprochen sind und nach *Welcker* fast durchgehends Schraubenwindungen darstellen. Die Verästelungen der Canälchen (Figg. 247. 248) zeigen sich

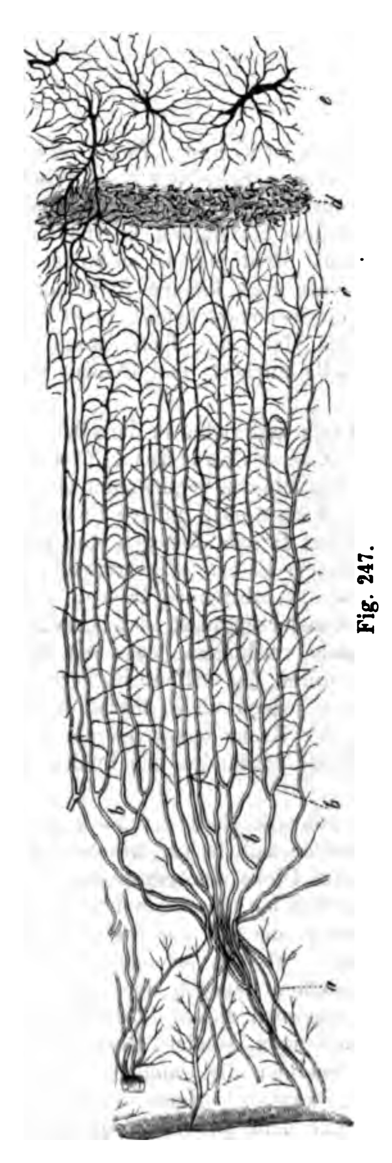
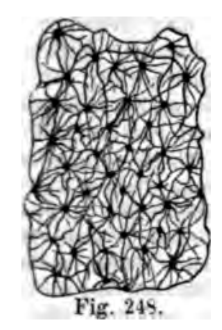

Fig. 247.

Fig. 246. Querschnitt von Zahncanälchen, so wie man sie gewöhnlich sieht, 450mal vergr. Vom Menschen. *a*. Canälchen sehr dicht stehend, *b*. dünner.

Fig. 247. Zahncanälchen der Wurzel, 350mal vergr. *a*. Innere Oberfläche des Zahnbeines mit spärlichen Röhren. *b*. Theilungen derselben, *c*. Endigungen mit Schlingen, *d*. körnige Schicht, bestehend aus kleinen Zahnbeinkugeln an der Grenze des Zahnbeines, *e*. Knochenhöhlen, eine mit Zahncanälchen sich verbindend. Vom Menschen.

einmal als Theilungen und dann als wirkliche Abzweigungen. Die ersten finden sich sehr häufig nahe am Ursprunge der Röhrchen aus der Zahnhöhle und sind fast immer Zweitheilungen, so dass ein Canälchen unter einem spitzen Winkel in zwei demselben an Breite fast gleichkommende zerfällt. Diese Theilungen können sich im Ganzen 2 bis 5 Male, ja noch öfter wiederholen, so dass schliesslich aus einem einzigen Canälchen 4, 8, 16 und noch mehr hervorgehen. Die nach diesen Theilungen schon engeren Canälchen laufen dann einander ziemlich gleich und nahe beisammen gegen die Oberfläche des Zahnbeines hin, und bieten mit Ausnahme der Wurzeln erst in der äussern Hälfte oder im äussern Drittheile wieder Verästelungen dar, die in der Wurzel mehr als feine von den Hauptröhrchen abgehende Zweige, an der Krone als gabelige Theilungen ihrer Enden erscheinen. Im letzteren Falle sind dieselben meist spärlich, anders im ersten, wo die meist dicht beisammenstehenden und unter rechten oder spitzen Winkeln von den Canälchen abtretenden Aeste denselben bald das Bild einer Feder, bald eines Pinsels geben, letzteres namentlich dann, wenn die Zweige länger sind und noch weiter sich verästeln. Je nach der Zahl der Verästelungen sind die Enden der Zahnröhrchen mehr oder weniger fein, häufig so sehr, dass sie nur noch als feinste, blasse Linien, wie Bindegewebsfibrillen, erscheinen und schliesslich dem Blicke sich entziehen. Wo dieselben deutlich sind, verlieren sie sich an der Oberfläche des Zahnbeins zum Theil in einer später zu beschreibenden körnigen Schicht, oder sie gehen in die innersten Theile des Schmelzes oder Cementes hinein, oder endlich sie hängen noch im Zahnbeine zu zweien schlingenförmig zusammen (Endschlingen der Zahncanälchen). Die Zweige der Hauptcanälchen sind fast immer sehr fein, meist einfach, auch wohl verästelt und dienen, wie sich am schönsten an der Wurzel nachweisen lässt, wo dieselben ungemein zahlreich sind, um benachbarte oder auch entfernter stehende Canälchen zu verbinden, welche Verbindungen entweder als einfache Querbrücken oder als in der Ebene der Längsaxen der Canälchen liegende Schlingen auftreten. An der Oberfläche des Zahnbeines verhalten sich die letzten Ausläufer dieser Seitenzweige wie die gabelförmigen oder einfachen Enden der Hauptcanälchen, und enden entweder im Zahnbeine frei oder mit Schlingen oder gehen über dasselbe hinaus.


Fig. 248.

In frischen Zähnen fand *Pepys* 28 Knorpel-, 62 unorganische Substanz, 10 Wasser und Verlust, und nach *Tomes* verlieren Zähne nach Entfernung der Pulpa beim Trocknen $^{1}/_{6}$—$^{1}/_{17}$ an Gewicht, welcher Verlust wohl einzig und allein auf Rechnung der in den Zahnröhrchen enthaltenen weichen Zahnfasern kommt. Die organische Grundlage der Zähne, die bei Behandlung derselben mit Salzsäure leicht erhalten werden kann, ist derjenigen der Knochen nahe verwandt und verwandelt sich beim Kochen leicht in Leim, doch gibt nach *Hoppe* (l. c.) der innere Theil des Zahnbeines des Schweines beim Kochen nur wenig Glutin, und bleiben namentlich die Zahnbeinkugeln (s. unten) ungelöst. Dieser sogenannte Zahnknorpel behält zugleich ganz die Form des Zahnbeins, und abgesehen davon, dass die Röhrchen schwer zu sehen sind, auch seinen innern Bau. Erweicht man denselben in Säuren oder Alkalien, bis er ganz weich wird, so findet man die Grundsubstanz in Auflösung begriffen dagegen die Zahnröhrchen mit ihren Wänden, den sog. Zahnscheiden von *Neumann*, noch erhalten und leicht in Menge zu isoliren (Fig. 249) in denen zum Theil noch Reste der Zahnfasern enthalten sind (Mikr. Anat. II. 2. Fig. 190). Bei noch längerer Einwirkung der genannten Mittel löst sich jedoch Alles auf. Eben so stellen sich die Zahnscheiden auch

Fig. 248. Querschnitt durch die Zahncanälchen der Wurzel *a*, um ihre ungemein zahlreichen Verbindungen zu zeigen, 350 mal vergr. Vom Menschen.

einzeln dar nach lange fortgesetztem Kochen des Zahnknorpels (*Hoppe*). Glüht man Zähne, so bleiben die unorganischen Theile ebenfalls in der Form des Zahnes zurück, ebenso wenn man dieselben mit kaustischen Alkalien behandelt. Mithin ist beim Zahnbeine wie beim Knochen, mit dem dasselbe in seiner chemischen Zusammensetzung so sehr übereinstimmt, eine innige Mengung der anorganischen Theile vorhanden.

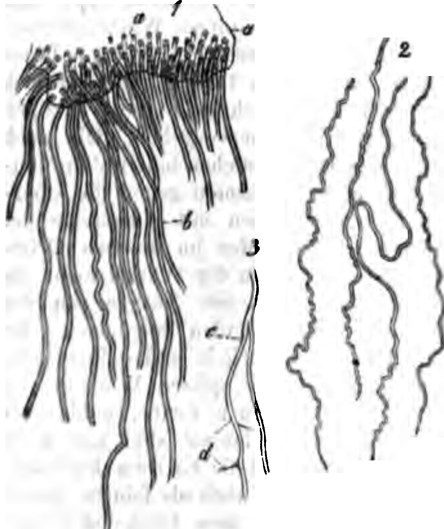


Fig 249.

Nachdem ich der erste gewesen war, der die Wandungen der Zahnröhrchen in grosser Ausdehnung für sich dargestellt hatte (Mikr. Anat. II. 2.), liess ich mich später, nachdem *Tomes* in jedem Zahnröhrchen eine weiche Faser beschrieben hatte, verleiten, die von mir dargestellten Röhren und diese Fasern für einerlei Bildungen zu halten (Dieses Handb. 4. Aufl.), gegen welche Zusammenstellung *E. Neumann* sich erhob und in einer trefflichen kleinen Schrift (l. i. c.) nachwies, dass die Zahnröhrchen besondere verkalkte Wände (Zahnscheiden *Neumann*) und im Innern eine weiche Faser (Zahnfasern, Fasern von *Tomes*) enthalten. Obschon in neuester Zeit *H. Hertz* meiner späteren Auffassung sich angeschlossen hat, so kann ich doch nicht umhin *Neumann* Recht zu geben. Die Beweise sind folgende. 1) Zerstört man an Schliffen durch Kochen in *Kali causticum*, oder an ganzen Zähnen durch lang fortgesetzte faulige Maceration die weichen Theile der Zähne, so lässt sich später nach dem Ausziehen der Salze die Zahnröhrchenwand durch die von mir angegebenen Mittel doch noch darstellen, wogegen die Zahnfasern in keiner Weise mehr zur Anschauung zu bringen sind. — Hierher gehört auch, dass an fossilen Zähnen, wie *Hoppe* zuerst für die Gattung *Rhinoceros* nachwies und wie ich für die Stosszähne des Mammuth bestätigt sehe (Würzb. nat. Zeitschr. Bd. VI. pg. XI.), durch Säuren noch Zahnröhrchen ähnliche Elemente zu isoliren sind, welche, da solche Zähne ihre Weichtheile verloren haben, nur als verkalkt gewesene Wandungen der Röhrchen angesehen werden können. 2) Die von mir und *Neumann* isolirten Bildungen sind, wie ich von Anfang an ausgesprochen habe, z. Th. deutlich und bestimmt als Röhren zu erkennen (Fig. 249). 3) Untersucht man junges in Bildung begriffenes Elfenbein, so findet man, dass jede Bildungszelle eine weiche Faser in das Innere eines Zahnröhrchens hineinsendet (*Lent, ich, Neumann*), und kann man (*Neumann*) durch Salzsäure neben diesen Fasern auch noch die Zahnscheiden nachweisen. 4) Dieselben Zellfortsätze sieht man auch noch an ausgebildeten Zähnen von den Zellen an der Oberfläche der Pulpa in die Zahnröhrchen hineinragen und erkennt man im Elfenbeine an entkalkten Zähnen die weichen Fasern an Längs- und Querschnitten in situ (*Neumann*). 5) Beim Zerzupfen von Schnitten von entkalkten Zähnen erhält man häufig die Zahnfasern am Rande vorstehend (*Tomes*), in welcher Beziehung jedoch zu beachten ist, dass auch die Zahnscheiden in dieser Weise sich frei hervorragend darstellen. Nehmen wir alles dieses zusammen so kann wohl nicht bezweifelt werden, dass die Darstellung *Neumann's* die richtige ist und ist nun noch zu erwähnen, dass *Tomes* den Zahnfasern eine besondere Verrichtung zuschreibt und sie ähnlich Nervenröhren zu der Sensibilität des Elfenbeines in Beziehung bringt. So auffallend auch diese Vermuthung sein mag, so verdient sie doch gewiss alle Beachtung, und verweise ich einerseits darauf, dass nach *Tomes'*, eines ausgezeichneten Beobachters, Erfahrungen das Zahnbein eine grosse Sensibilität besitzt, die an seiner Oberfläche selbst grösser ist als in der Tiefe, anderseits auf die zahlreichen neuern Erfahrungen über den Zusammenhang von zelligen Elementen mit Nervenenden, die es nicht als unmöglich erscheinen lassen, dass die an der Oberfläche der *Pulpa* befindlichen und mit den Zahnfasern verbundenen Elfenbeinzellen (siehe unten) mit den Nervenenden der *Pulpa* in irgend einer Verbindung stehen. — Im Alter scheinen nach *Neumann* die Zahn-

Fig. 249. Isolirte Zahncanälchen des Menschen. 350mal vergr. 1. Aus den innersten Theilen des Zahnbeins. *a* Innerste Elfenbeinlamelle. *b*. Röhrchen. 2. 3. Aus den äusseren Theilen. *c*. Theilung an einem Canälchen. *d*. Reiserchen, die von demselben abgehen.

fasern zu verkümmern und die Zahnröhrchen zu obliteriren. — Vergleicht man Zahnbein und Knochen, so ergibt sich dass die Zahnfasern den *Virchow*'schen Knochenzellen, die Zahnscheiden den Knochenkapseln entsprechen.

Das Zahnbein zeigt nicht selten Andeutungen einer Schichtung, die an Längsschnitten in Gestalt von bogenförmigen, den Umrissen der Krone mehr oder weniger gleich laufenden, verschieden dicht, oft ganz nahe beisammenstehenden Linien (Fig. 250), an Querschnitten als Ringe erscheinen und besonders in der Krone deutlich sind. Diese, von *Owen* sogenannten Contourlinien, sind von den von *Schreger* bemerkten, der Pulpahöhle genau gleich laufenden, schillernden, undeutlich begrenzten Streifen, die von den Hauptbiegungen der Zahnröhrchen herrühren, verschieden, und der Ausdruck der schichtenweisen Ablagerung des Zahnbeines. Bei Thieren sind dieselben mitunter ausnehmend schön, namentlich bei Cetaceen und Pachydermen (*Zeuglodon*, Dugong, Elephant), auch beim Walrosse, und hier beobachtet man dann auch sehr häufig an fossilen Zähnen ein Zerfallen des Elfenbeins in Lamellen (*Owen*), wovon auch Andeutungen beim Menschen an frischen Zähnen und beim Zahnknorpel sich finden.

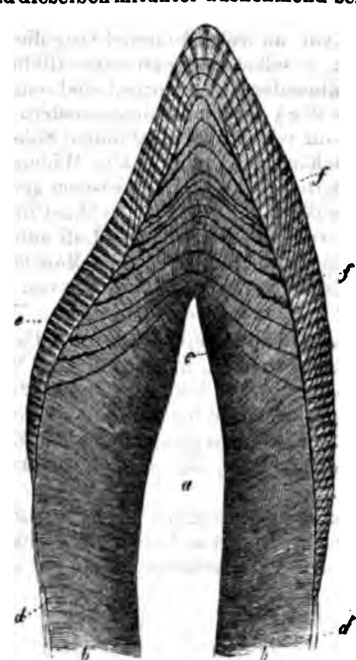


Fig. 250.

An der Krone gehen die Zahncanälchen nicht selten etwas in den Schmelz hinein (Mikr. Anat. II. 2. Fig. 192), was wie *Tomes* gezeigt hat, bei gewissen Thieren (*Rodentia*, *Marsupialia*) in ausgezeichnetem Grade sich findet, und erweitern sich hie und zu grösseren Höhlungen (Fig. 254), die wohl mehr als pathologische anzusehen sind. Ebenfalls nicht ganz gesetzmässige Bildungen sind die Interglobularräume im Zahnbeine selbst (Fig. 251). Mit diesem Namen bezeichnet *Czermák* sehr unregelmässige, von kugeligen Vorsprüngen des Zahnbeins begrenzte Höhlungen, die so zu sagen in keinem Zahne ganz fehlen. In der Krone zeigen sich dieselben am häufigsten in der Nähe des Schmelzes und bilden oft eine längs der ganzen innern Schmelzfläche sich erstreckende, dünne gebogene Lage, die, genauer angesehen, aus vielen, die Enden der Contourlinien einnehmenden dünnen Lagen besteht (Fig. 250), doch kommen sie auch weiter einwärts vor, jedoch immer (auf Längsschliffen) in Linien, welche den Contourlinien entsprechen. Die Räume selbst sind hier bald sehr ausgedehnt und viele Zahncanälchen durchsetzend oder in ihrem Laufe unterbrechend, bald ganz klein, so dass nur einige wenige Röhrchen von ihnen getroffen werden. Im ersteren Falle ergeben sich die Begrenzungen derselben deutlich als kugelige Hervorragungen von 4—26 μ und darüber, die ganz von demselben Ansehen wie das

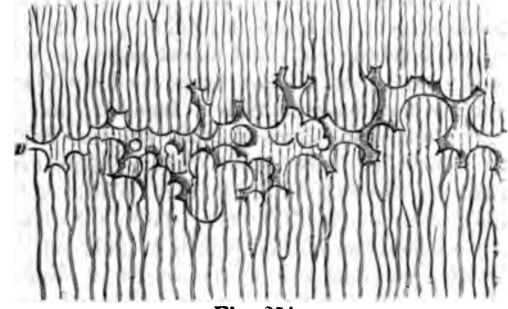


Fig. 251.

Fig. 250. Spitze eines Schneidezahnes im senkrechten Durchschnitte, 7 mal vergr. *a*. Pulpahöhle, *b*. Elfenbein, *c*. bogenförmige Contourlinien mit Interglobularräumen, *d*. Cement, *e*. Schmelz mit Andeutung des Verlaufes der Fasern in verschiedenen Richtungen, *ff*. Farblinien des Schmelzes. Vom Menschen.

Fig. 251. Ein Stückchen Zahnbein mit Zahnbeinkugeln und lufterfüllten Räumen (Interglobularräumen) zwischen denselben, 350 mal vergr.

Zahnbein und auch von Zahncanälchen durchbohrt, offenbar nichts als Theile derselben sind, während im letzteren solche »Zahnbeinkugeln«, wie ich sie nennen will, nicht immer deutlich sind. Namentlich gilt dies von den kleinsten Räumen, die ihrer zackigen Gestalt und der auch mit ihnen in Verbindung stehenden Zahnröhrchen wegen für Knochenkörperchen im Zahnbeine gehalten werden könnten und auch schon so aufgefasst wurden, doch gelingt es auch bei diesen, wenigstens in der Krone, fast immer ihre Uebereinstimmung mit den grösseren Räumen zu erkennen. Schwieriger ist diess an der Wurzel, wo kleinere Interglobularräume und Kugeln eine körnige Schicht (*granular layer*, *Tomes*) bilden, die oft wie eine Lage kleiner Knochenhöhlen oder einfacher Körner aussieht. Wirkliche Knochenhöhlen habe ich in normalem Zahnbeine nur selten und immer nur an der Cementgrenze gesehen (Fig. 247), dagegen kommen Interglobularräume und Zahnbeinkugeln auch im Innern des Zahnbeines der Wurzel und besonders schön an den Wänden der Zahnhöhle vor, an welch letzterem Orte die Kugeln oft schon von blossem Auge sichtbare Unebenheiten, je selbst tropfsteinartige Bildungen erzeugen. Die Interglobularräume, die beim sich bildenden Zahne normal sind, enthalten im Leben keine Flüssigkeit, wie man auf den ersten Blick glauben könnte, sondern eine weiche, mit dem Zahnknorpel übereinstimmende und ganz wie Zahnbein gebildete Substanz mit Röhrchen, die auffallender Weise bei langer Erweichung in Salzsäure mehr Widerstand leistet, als die Grundsubstanz des wirklich verknöcherten Zahnes, und deswegen gerade wie die Zahnfasern sich vollständig für sich darstellen lässt. An Schliffen trocknet diese »Interglobularsubstanz« meist so ein, dass ein *Cavum* entsteht, welches Luft aufnimmt, und eigentlich kann nur an solchen von Interglobularräumen die Rede sein. Manche Zähne zeigen zwar keine Interglobularsubstanz, wohl aber noch theilweise die Umrisse von Zahnbeinkugeln in Form zarter bogenförmiger Linien (*Owen's dentinal cells*).

Ein Zahnbein mit *Havers*'schen Canälen, sogenannte *Vasodentine Owen*, wie es bei vielen Thieren vorkommt, findet sich beim Menschen sehr selten, und ist mir nur ein von *Tomes* beobachteter Fall bekannt (l. c. p. 225), in welchem die Gefässcanäle zahlreicher waren. dagegen sieht man hie und da im Zahnbeine, das bei Verwachsung der Pulpahöhle sich bildet, neben mehr unregelmässigen Zahnröhrchen einzelne *Havers*'sche Canäle und rundliche Höhlungen, die wie Knochenkörperchen sich ausnehmen, sogenannte *Osteodentine Owen*.

In einem Stosszahne des Mammuth fand ich im Elfenbeine an vielen Stellen den normalen Bau verwischt und zeigten sich dann diese Stellen von krystallinischem Baue und unter dem Polarisationsapparate mit schönen Farben, doppelbrechend.

§. 136.

Der Schmelz, *Substantia vitrea*, das Email, überzieht als eine zusammenhängende Schicht die Krone des Zahnes, ist an der Kaufläche und in der Nähe derselben am mächtigsten, und nimmt gegen die Wurzel immer mehr ab, bis er schliesslich und zwar an den einander zugewendeten Flächen der Kronen früher, später an den inneren und äusseren Seiten derselben mit einem bald scharfen, bald leicht zackigen Rande ganz dünn ausläuft. Die äussere Fläche des Schmelzes erscheint glatt, besitzt jedoch fast immer zarte, dicht beisammenstehende Querleistchen, neben denen auch stärker ausgeprägte ringförmige Wülste vorkommen können. Ein zartes, von *Nasmyth* entdecktes Häutchen, das ich Schmelzoberhäutchen nennen will, deckt denselben ganz zu, ist jedoch so innig mit ihm verbunden, dass es nur durch Anwendung von Salzsäure nachzuweisen ist. Eine ähnliche Haut soll nach *Berzelius* und *Retzius* zwischen der innern meist unebenen Oberfläche des Schmelzes und dem Zahnbeine sich befinden, konnte jedoch von mir nicht gefunden werden. Der Schmelz ist bläulich, auf dünnen Schliffen durchscheinend, viel spröder und härter als die andern Substanzen des Zahnes, so dass er vom Messer kaum angegriffen wird und mit dem Stahle Funken gibt (*Nasmyth*). Doch ist junger ebengebildeter Schmelz schneidbar, womit übereinstimmt, dass derselbe nach *Hoppe* mehr organische Materie enthält. In chemischer Beziehung kann derselbe einer Knochensubstanz mit einer

ringen Menge von organischer Substanz verglichen werden, die jedoch nach *Hoppe* ּht zum leimgebenden Gewebe gehört, vielmehr mit der Substanz der Epithelien ereinstimmt und nicht zwischen, sondern in den Schmelzprismen enthalten ist. Nach *igel* (S. Henle's Jahresber. f. 1865 S. 56) soll kochende Schwefelsäure nur auf ment und Zahnbein, nicht aber auf den Schmelz einwirken.

Nach *Valentin* und *Hoppe* ist der Schmelz, stark doppelbrechend.

Der Schmelz besteht, wie schon sein faseriger Bruch andeutet, durch und durch s den sogenannten Schmelzfasern oder Schmelzprismen (Figg. 252, 253), ist 5 oder 6eckigen, jedoch nicht ganz regelmässigen, langen, 3,3—5 μ breiten ismen, die im Allgemeinen durch die ganze Dicke des Schmelzes sich erstrecken und t einer Endfläche auf dem Zahnbeine, mit der andern an der Umhüllungshaut des hmelzes ruhen. An Zähnen von Erwachsenen sind diese Elemente in der Querd Längsansicht sehr leicht zu sehen, dagegen kaum in grösserer Länge darzustellen, ders an jungen oder in der Bildung begriffenen Zähnen, wo der Schmelz noch ıneidbar ist. An solchen Prismen, deren Bruchenden zufällig gespitzt sein können, daher man sie auch Schmelznadeln nnte, erkennt man zum Theil die Flächen und Kanten ganz t, und ausserdem noch sehr häufig, namentlich durch Zusatz n etwas verdünnter Salzsäure, in Abständen von 3—4,5 μ feinanderfolgende, mehr oder weniger deutliche, von leichten ıschwellungen herrührende Querstreifen, die den Fasern eine wisse Aehnlichkeit mit Muskelfasern oder noch besser mit ssergewöhnlich dicken Muskelfibrillen ben, und auf keinen Fall der Ausdruck r Zusammensetzung derselben aus Zellen ıd. Lässt man die Salzsäure mehr einrken, so werden die Fasern bald ganz ıss, die Querstreifung geht verloren und bleibt nichts als ein zartes Gerüste der lheren Fasern übrig, in dem man oft deuth Röhren zu erkennen glaubt. Schliessh zerfallen auch diese durch die Einwirkg der Säure fast ganz, woher es kommt, ss an mit Salzsäure behandelten Zähnen m Schmelze fast nichts übrig bleibt, und rselbe nicht wie das Zahnbein seine Form ıält.

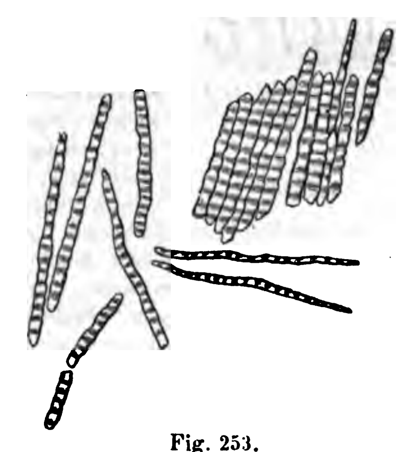


Fig. 252.

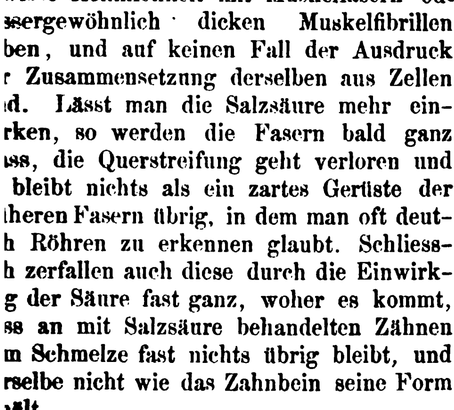


Fig. 253.

Die Zusammenfügung der Schmelzıern geschieht ohne eine sichtbare Zwiıensubstanz und ist eine sehr innige. Davon, dass zwischen den Schmelzfasern ;elrecht Canälchen sich finden, habe ich mich noch nicht überzeugen können, doch ıt es allerdings nicht selten im Schmelze Höhlungen verschiedener Art. Ich rechne denselben 1) die oben erwähnten Fortsetzungen der Zahncanälchen in den Schmelz ıein und die durch Erweiterung solcher entstandenen länglichen Höhlungen an der hnbeingrenze (Fig. 254, *c*), und 2) spaltenförmige Lücken in den mittleren und sseren Theilen des Schmelzes (Fig. 254), die mit den vorigen nicht zusammenhänı, in keinem Schmelze ganz fehlen, und oft in überaus grosser Zahl als engere oder itere, jedoch nie mit Luft gefüllte Spalten vorhanden sind.

Fig. 252. Oberfläche des Schmelzes mit den Enden der Schmelzfasern, 350mal vergr. m Kalbe.

Fig. 253. Bruchstücke von Schmelzfasern nach sehr geringer Einwirkung von Salzsäure ;gestellt, 350mal vergr. Vom Menschen.

Der Verlauf der Schmelzfasern ist im Allgemeinen wie bei den Zahnröhrchen der Krone, jedoch sind stärkere Biegungen derselben nur an der Kaufläche zu finden. Auch scheinen nicht alle Schmelzprismen durch die ganze Dicke des Schmelzes sich zu erstrecken, obschon diess für die meisten gewiss ist. Eigenthümlich sind auch Kreuzungen der Schmelzprismen, die in den Ebenen der Zahnquerschnitte in der Weise statt haben, dass nicht einzelne Fasern, sondern ganze gürtelförmige Lagen derselben, entsprechend feinen, auch äusserlich sichtbaren ringförmigen Linien, von 180 — 260 μ Dicke, in ganz verschiedenen, bei jeder Lage ringsherum gleich bleibenden Richtungen vom Zahnbeine bis zur äusseren Oberfläche des Schmelzes ziehen, was senkrechten Schmelzschliffen, namentlich nach Befeuchtung derselben mit Salzsäure, ein eigenthümliches streifiges Ansehen gibt (Fig. 250), indem an solchen abwechselnd dunklere Querschnitte und hellere Längsansichten der Prismen zum Vorschein kommen. Auch an der Kaufläche kommen solche Kreuzungen beständig vor und verlaufen hier die Schmelzlagen im Allgemeinen ringförmig, so dass sie an Backzähnen Kreise, an Schneidezähnen Ellipsen beschreiben, doch scheinen allerdings gegen die Mitte der Kaufläche Unregelmässigkeiten vorzukommen, die sich noch nicht enträthseln liessen. — Nicht zu verwechseln mit den farblosen Streifen, die diese Lagerungsverhältnisse der Schmelzfasern andeuten, sind gewisse bräunliche Linien oder farbige Streifen, die die Richtung der Fasern verschiedentlich kreuzen, und an senkrechten Schnitten als schief aufsteigende Linien oder Bögen (Fig. 250), an Querschnitten als Kreise in den äussern Schmelzlagen oder seltener durch den ganzen Schmelz erscheinen, Linien, die ich als den Ausdruck der schichtenweisen Bildung des Schmelzes betrachte.

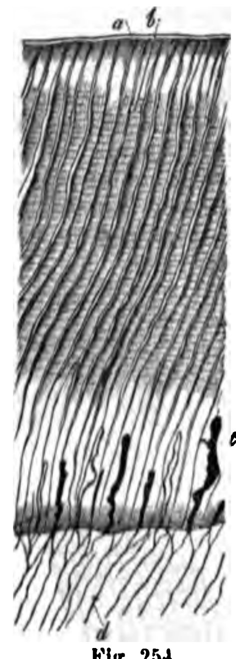


Fig. 254.

Das Schmelzoberhäutchen ist eine 0,9 — 1,8 μ dicke, an der dem Schmelz zugewendeten Fläche häufig mit kleinen die Enden der Schmelzfasern aufnehmenden Grübchen versehene, verkalkte gleichartige Haut, die durch ihre grosse Widerstandsfähigkeit gegen chemische Mittel sich auszeichnet und so zu einem trefflichen Schutze der Zahnkronen wird. Dieselbe verändert sich beim Erweichen in Wasser nicht und löst sich ebenso wenig beim Kochen in Wasser, starker Essigsäure, Salzsäure, Schwefelsäure und Salpetersäure, nur wird sie in letzterer gelb. In kohlensauren Alkalien und kaustischem Ammoniak bleibt sie unverändert. Mit kaustischem Kali und Natron gekocht wird sie weiss und etwas aufgelockert, bleibt aber zusammenhängend; nach der Behandlung mit Kali gibt Salzsäure eine Trübung, die bei mehr Salzsäure verschwindet. Das Schmelzoberhäutchen verbrennt unter ammoniakalischem Geruche und gibt eine kalkhaltige schwammige Kohle.

Davon, dass die vom Elfenbeine in den Schmelz eindringenden Canälchen wirklich Canälchen mit demselben Inhalte wie die Zahnröhrchen sind, hat sich *Tomes* mit Bestimmtheit überzeugt und kann man, wie ich aus seinem Munde weiss, dieselben ebenso gut, wie die Fasern des Zahnbeins, für sich darstellen. Bei manchen Säugern sind, wie ich mit *Tomes* finde, diese Bildungen ausgezeichnet schön entwickelt, und ist mir nicht begreiflich, wie *Waldeyer* und *Hertz* dieselben läugnen können. — Die Querstreifen der Schmelzfasern hat *Waldeyer* versucht aus dem gegenseitigen Drucke der sich kreuzenden

Fig. 254. Zahnbein und Schmelz vom Menschen, 350mal vergr. *a*. Schmelzoberhäutchen. *b*. Schmelzfasern mit Spalten zwischen denselben und Querlinien. *c*. grössere Höhlungen im Schmelz. *d*. Elfenbein.

Fasern zu erklären, eine Aufstellung, die ich aus denselben Gründen wie *Hertz* (l. c.) für eine verfehlte halte. — Ueber die bräunlichen Streifen im Schmelz vergl. man *Waldeyer* (I. Abth., p. 37) und *Hertz* (St. 285 u. flg.).

§. 137.

Das Cement oder der Zahnkitt, *Substantia osteoidea* (Fig. 245), ist eine Rinde ächter Knochensubstanz, die die Zahnwurzeln überzieht und bei mehrwurzeligen Zähnen nicht selten untereinander verkittet. Derselbe beginnt als eine ganz dünne Lage da, wo der Schmelz aufhört, so dass er einfach an denselben angrenzt oder ein wenig über ihn herübergreift, wird im Abwärtssteigen dicker und erreicht endlich an dem Wurzelende und der Alveolarfläche der Backzähne zwischen den Wurzeln seine grösste Mächtigkeit. Seine innere Fläche verbindet sich beim Menschen ohne eine Zwischensubstanz sehr innig mit dem Zahnbeine, so dass öfter, wenigstens bei stärkeren Vergrösserungen, die Grenze beider Substanzen nicht ganz scharf ist. Die äussere Seite wird vom Perioste der Alveolen sehr genau, vom Zahnfleische minder fest umgeben und ist, nach Ablösung dieser Weichtheile, meist uneben, oft ringförmig gestreift. Das Cement ist das mindestharte der drei Zahngewebe und chemisch den Knochen fast gleich.

Durch Säuren werden dem Cemente die Erdsalze leicht entzogen und es bleibt ein weisser Knorpel zurück, der leicht vom Zahnbeine sich ablöst und beim Kochen gewöhnlichen Leim gibt.

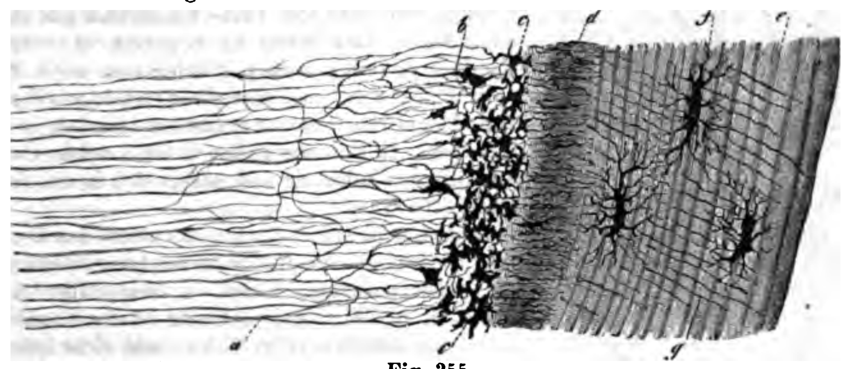


Fig. 255.

Das Cement besteht wie die Knochen aus einer Grundsubstanz und aus Knochenhöhlen, enthält jedoch nur selten *Havers*ische Canäle und Gefässe. Ausserdem finden sich häufig besondere Canälchen, ähnlich denen des Zahnbeins, und noch andere mehr krankhafte Höhlungen.

Die Grundsubstanz ist bald körnig, bald in der Querrichtung streifig, bald mehr gleichartig, ausserdem häufig geschichtet wie in Knochen. Die Knochenhöhlen besitzen alle wesentlichen Eigenschaften derer der Knochen, so dass eine ausführliche Beschreibung derselben umgangen werden kann. Was sie auszeichnet, ist einzig ihre sehr wechselnde Zahl, Gestalt und Grösse (11—45 μ, selbst 68 μ) und die ungemeine Zahl und Länge (bis 68 μ) ihrer Ausläufer. Die meisten sind länglichrund und der Längsachse der Zähne gleichlaufend, andere rundlich oder birn-

Fig. 255. Elfenbein und Cement von der Mitte der Wurzel eines Schneidezahnes. *a*. Zahnröhrchen, *b*. Interglobularräume, wie Knochenhöhlen sich ausnehmend, *c*. feinere Interglobularräume, *d*. Anfang des Cementes mit vielen dichtstehenden Canälchen, *e*. Lamellen desselben, *f*. Lacunen, *g*. Canälchen. 350mal vergr. Vom Menschen.

förmig. Am bemerkenswerthesten sind diejenigen, die bei einer sehr in die Länge gezogenen Gestalt, eine enge canalartige Höhlung besitzen (Fig. 247), weil bei diesen eine bedeutende Aehnlichkeit mit den Zahncanälchen nicht zu verkennen ist. Die Ausläufer erscheinen oft wie Federn und Pinsel und dienen, wenn die Höhlen nicht vereinzelt stehen, sowohl zur Verbindung der Knochenhöhlen untereinander, als zur Vereinigung mit den Enden der Zahncanälchen. In den dünnsten Theilen des Cementes, gegen die Krone hin, fehlen die Knochenhöhlen ohne Ausnahme ganz: die ersten treten in der Regel gegen die Mitte der Wurzel auf, sind jedoch anfangs noch spärlich und vereinzelt, bis sie gegen das eigentliche Ende derselben immer zahlreicher werden und dann auch nicht selten sehr regelmässig, wie in den äussern Lagen der Röhrenknochen, reihenweise in den Cementlamellen drin liegen und ihre meisten Ausläufer nach innen und nach aussen senden, was eine gleichmässige feine Querstreifung des Cementes bewirkt. Breitere Cementlagen alter Zähne haben ungemeine Mengen von Lacunen, doch sind dieselben einem guten Theile nach sehr unregelmässig, namentlich von der langgestreckten Form. — Manche Knochenhöhlen sind einzeln oder in Gruppen von sehr deutlichen hellgelblichen, leicht buchtigen Säumen halb oder ganz umgeben, die vielleicht zu den Zellen in Bezug stehen, aus denen die Höhlen sich bilden.

*Havers*ische Canäle kommen in jungen Zähnen bei regelrechter Dicke des Cementes nicht vor, sind dagegen in alten Zähnen, namentlich Backzähnen, und bei Hyperostosen eine ganz gewöhnliche Erscheinung. Sie dringen zu 1 — 3 und mehr von aussen in das Cement, verästeln sich zwei- bis dreimal und enden dann blind. Ihre Weite ist zu gering (9 — 22 μ), als dass dieselben ausser Blutgefässen noch Mark enthalten könnten und sind diese Canäle gewöhnlich von einigen ringförmigen Schichten umgeben, wie im Knochen. In seltenen Fällen dringen solche Canäle auch in das Zahnbein und öffnen sich in die Zahnhöhle (*Salter*).

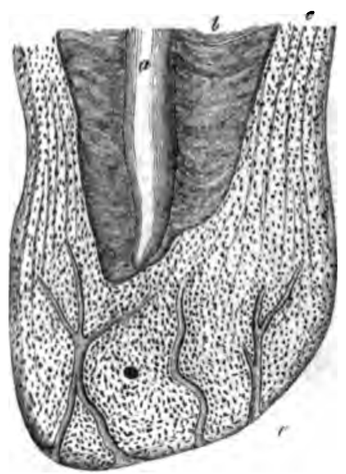


Fig. 256.

Ausser diesen Hohlräumen enthält das Cement noch hie und da eigenthümliche buchtige Höhlungen, die sicher pathologisch sind (s. meine Mikr. Anat. II. 2. S. 82. Fig. 202), ferner häufig Canälchen wie Zahncanälchen (Fig. 255), bald dicht beisammen, bald mehr vereinzelt, hie und da mit einer Verästelung, die, neueren eigenen Erfahrungen zufolge, unverkalkte *Sharpey*'sche Fasern zu enthalten scheinen.

Im Cemente der Einhufer sind die Knochenhöhlen und ihre Ausläufer in den innersten Lagen desselben von kapselartigen Bildungen umgeben, die *Gerber* zuerst gesehen hat. Erweicht man dieses Cement in Salzsäure, so lassen sich diese Kapseln ziemlich leicht darstellen und überzeugt man sich an ihnen von folgenden, für die Lehre von den Knochenhöhlen nicht unwichtigen Verhältnissen: 1) Die Höhlen kommen häufig zu 2, 3 und mehreren in einer Kapsel vor, gerade so, wie ich es auch an rachitischen Knochen gesehen. 2) Die in den Höhlen und ihren Ausläufern enthaltene Substanz ist in Salzsäure schwieriger löslich als die übrigen Theile der verdickten Kapseln. Während diese nämlich im Allgemeinen sehr blass erscheinen, ist im Innern derselben ein dunkler zackiger Körper sehr deutlich, der den Knochenkapseln ächten Knochengewebes zu entsprechen scheint.

Fig. 256. Cement und Elfenbein der Wurzel eines alten Zahnes. *a.* Zahnhöhle, *b.* Elfenbein, *c.* Cement mit Knochenhöhlen, *e.* *Havers*ische Canälchen. Vom Menschen.

§. 138.

Die **Weichtheile der Zähne** umfassen das **Alveolarperiost**, den **Zahnkeim** und das **Zahnfleisch**. Das **Periost** der Zahnhöhlen (Fig. 257 *c*) hängt sehr genau mit der Oberfläche der Wurzel zusammen und stimmt im Baue mit anderem Perioste überein, ausser dass es weicher ist, keine elastischen Elemente und ein reiches Nervennetz mit vielen dicken Röhren enthält.

Die *Pulpa dentis*, der **Zahnkeim**, oder die im Laufe der Entwickelung verkümmerte fötale Zahnpapille (Fig. 257 *e*), erhebt sich im Grunde der Alveole aus dem Perioste derselben, dringt in die Wurzeln ein und füllt, als eine zusammenhängende, weiche, röthliche, sehr gefäss- und nervenreiche Substanz, die Canäle in denselben und das *Cavum dentis* ganz aus, so dass sie der innern Oberfläche des Zahnbeines überall genau anhaftet. Das Gewebe der Pulpa ist ein undeutlich faseriges Bindegewebe, durchaus ohne elastische Elemente, aber mit sehr vielen eingestreuten runden und länglichen kernhaltigen Zellen (Bindegewebskörperchen), fast wie unreifes fötales Bindegewebe, nur dass man doch hie und da schmale Bündel unterscheidet. Durch Druck lässt sich aus demselben eine Flüssigkeit erhalten, die durch Essigsäure wie Schleim gerinnt und im Ueberschusse nicht ganz sich löst: ebenso wird die ganze Pulpa durch Essigsäure weisslich und hellt sich nie so auf, wie fertiges Bindegewebe. Dieses Gewebe nun bildet die Hauptmasse der Pulpa so weit Gefässe und Nerven reichen, dagegen findet sich nun noch an der

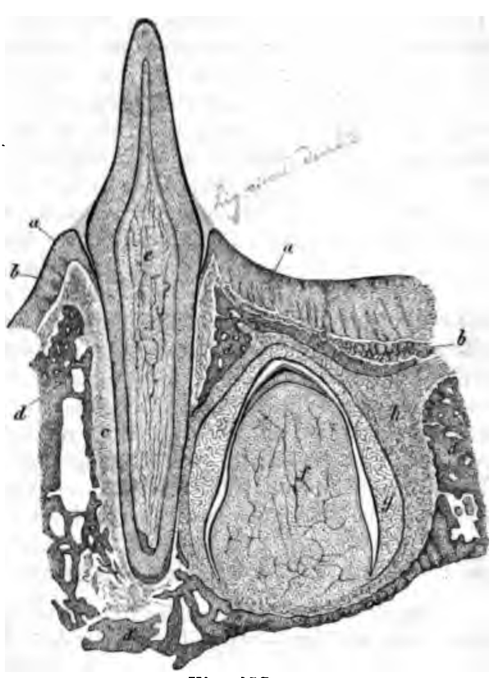


Fig. 257.

Oberfläche derselben, rings herum eine 15 — 90 μ mächtige Schicht, die aus mehreren Reihen senkrecht auf die Oberfläche der Pulpa stehender, 26 μ langer, 4,5 — 6,7 μ breiter, walzenförmiger oder an dem einen Ende zugespitzter Zellen mit länglichen, schmalen Kernen von 11 μ und mit Kernkörperchen besteht, die an der Oberfläche der Pulpa wie ein Cylinderepithelium gelagert sind, weiter einwärts dagegen keine deutlichen Reihen mehr erkennen lassen, sondern mehr unregelmässig ineinandergreifen, ohne jedoch ihre gedrängte Lagerung und Richtung aufzugeben und

Fig. 257. Senkrechter Schnitt durch einen Theil des Kiefers und einen Milchschneidezahn sammt dem Ersatzzahne einer jungen Katze. Nach einem Präparate von *Thiersch*. Vergr. 14. Die Zeichnung von *Carl Genth*. *a*. Epithel des Zahnfleisches; *b*. Bindegewebslage des Zahnfleisches übergehend in *c*. das Periost der Alveole; *d*. knöcherne Alveolen beider Zähne; *e*. Pulpa des Milchzahnes; *f*. Pulpa des Ersatzzahnes beide mit zahlreichen Gefässen und den Elfenbeinzellen an der Oberfläche, die nur als gestreifter Saum sichtbar sind; *g*. Schmelzorgan des Ersatzzahnes, eine kleine Kappe von Schmelz und Elfenbein bedeckend, zwischen welchen Lagen eine zufällige Lücke sich findet; *h*. Bindesubstanz um den Ersatzzahn, kein scharf begrenztes Säckchen darstellend.

schliesslich durch kürzere, mehr rundliche Zellen und ohne scharfe Grenze in das gefässhaltige Gewebe der Pulpa übergehen. Es entsprechen diese Zellen, die durch Ausläufer mit den Zahnfasern im Elfenbeine zusammenhängen, Bildungszellen des Elfenbeins und sie sind es, welche die auch noch bei Erwachsenen vorkommenden Ablagerungen von Elfenbein an die Wände der Zahnhöhle vermitteln. Die Gefässe der Pulpa sind ungemein zahlreich, daher die röthliche Farbe derselben. In jede Pulpa eines einfachen Zahnes treten 3—10 kleine Arterien, die schliesslich sowohl im Innern als an der Oberfläche der Pulpa ein mehr lockeres Netz von 9—13 μ weiten Capillaren erzeugen, das an der Oberfläche auch hie und da deutliche Schlingen zeigt, aus dem dann die Venen hervorgehen. Von Lymphgefässen scheinen die Zahnkeime nichts zu besitzen, dagegen sind die Nerven äusserst entwickelt. In jede Wurzel dringt, von den bekannten *Nervi dentales* abstammend, ein grösserer 68—90 μ haltender Stamm und ausserdem noch bis an 5, selbst noch mehr feinere Reiser von 22—45 μ, die mit Röhren von 3,5—6,7 μ, zuerst ohne namhaftere Verbindungen und einzelne Fädchen abgebend, emporsteigen, dann aber in dem dickeren Theile der Pulpa ein immer reichlicheres Geflecht mit langgezogenen Maschen und Nervenröhrentheilungen bilden und sich so allmählich bis in die feinsten Primitivfasern von 2—3,5 μ auflösen. In Betreff der Endigungen selbst, so sieht man zwar da und dort schlingenförmige Umbiegungen der Fasern, doch ist es wohl unzweifelhaft, dass dieselben nicht die letzten Endigungen sind. Nach *Robin* enden die Nervenröhren frei, in welcher Weise, ist nicht genau angegeben.

Zahnfleisch, *Gingiva* (Fig. 257 *a b*), nennt man den Theil der Mundhöhlenschleimhaut, der die Alveolarränder der Kiefer überzieht und die Hälse der Zähne umfasst, ein weissröthliches, gefässreiches, wegen der unterliegenden Harttheile fest sich anfühlendes, jedoch eigentlich ziemlich weiches Gewebe, das da, wo es den Zähnen selbst anliegt, 1—3,4 mm Dicke erreicht, ziemlich grosse Papillen (von 0,3—0,7 mm, bei alten Leuten selbst von 1,5 mm Länge und wie die *Pap. fungiformes* mit einfachen Wärzchen besetzt) trägt und ein Pflasterepithel von 0,45—0,88 mm Dicke zwischen den Papillen besitzt. — Von Drüsen konnte ich am Zahnfleische nichts finden und muss man sich davor hüten, rundliche Vertiefungen des Epithels von 170—330 μ Durchmesser mit mehr verhornten Epithelzellen, die nicht selten an den oberen Theilen desselben vorkommen, für Drüsenöffnungen zu halten.

Die Fasern des Periostes der Alveole strahlen in dem in Fig. 257 dargestellten Zahne, vom Rande mit den obersten Theilen der Alveole in mächtigen Zügen quer und schief aufsteigend gegen den Hals des Zahnes (Fig. 258). Auf der einen Seite verlieren sie sich im obersten Theile des Cements und auf der andern im Knochen der Alveole und stellen so eine feste Verbindung beider Theile, eine Art *Lig. circulare dentis* dar, von der ich vermuthe, dass sie auch bei den bleibenden Zähnen sich findet.

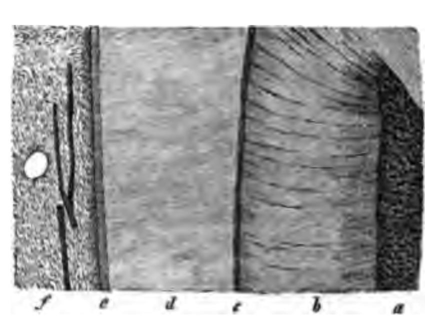


Fig. 258.

Fig. 258. Ein Theil des Randes der Alveole des Milchzahnes der Fig. 257 mit den angrenzenden Theilen. 65mal vergr. Die Zeichnung von *Carl Genth*. *a*. Knochen der Alveole, *b*. *Lig. circulare dentis*, *c*. Cement, *d*. Elfenbein, *e*. Elfenbeinzellen an der Oberfläche der Zahnpulpa *f*, in der einige Gefässe sichtbar sind.

§. 139.

Entwickelung der Zähne. Die Entwickelung der 20 Milchzähne beginnt im zweiten Monate des Fötallebens mit der Bildung der embryonalen Zahnsäckchen in

den Kieferrändern, von denen jedes durch den Zusammentritt einer besonderen epithelialen Wucherung, dem Schmelzorgane und von der eigentlichen Mucosa ausgehenden Bildungen, dem Zahnkeime und dem eigentlichen Zahnsäckchen, entsteht. Im dritten und vierten Monate bilden sich diese Säckchen vollständig aus und beginnt dann auch schon die erste Anlage der Säckchen der bleibenden Zähne deutlich zu werden, in der Weise, dass das Schmelzorgan derselben als ein Auswuchs desjenigen des Milchzahnes auftritt, zu dem dann, ganz unabhängig vom Zahnsäckchen des Milchzahnes, aus der Mucosa ein Zahnkeim und ein Zahnsäckchen sich gesellen. — Wie die Säckchen der drei letzten bleibenden Backzähne sich entwickeln, ist noch nicht untersucht, doch ist es wahrscheinlich, dass dieselben ganz selbständig, wie diejenigen der Milchzähne, sich bilden.

Die Zahnsäckchen (Fig. 259) bestehen, wie angegeben, aus drei Theilen, dem eigentlichen Säckchen, dem Zahnkeime und dem Schmelzorgane. Das eigentliche Säckchen ist eine bindegewebige Hülle, an der zwei Theile, eine äussere Lage von derberem Bindegewebe (*h*) und eine innere weichere Schicht (*g*) von mehr gallertiger Beschaffenheit mit vielen Bindegewebskörperchen zu unterscheiden sind, in welcher jedoch ebenfalls ächte Bindegewebsbündel sich finden, nur dass dieselbe nach innen gegen das Schmelzorgan mit einer zarten gleichartigen Lage, einer Fortsetzung der *Membrana praeformativa* des Zahnkeimes abschliesst. Sobald Gefässe im Zahnsäckchen auftreten, erhalten auch die beschriebenen zwei Lagen solche und enden dieselben alle mit Capillarnetzen im ganzen Umkreise des Schmelzorganes, in welcher Gegend auch mit Gefässen versehene zottenartige Bildungen sich entwickeln. Da die innere Oberfläche des Zahnsäckchens, wie die Entwickelungsgeschichte darthut, der freien Oberfläche einer Schleimhaut gleichwerthig ist, so entsprechen diese Zotten eigentlichen Schleimhautpapillen.

Vom Grunde des Zahnsäckchens erhebt sich als unmittelbare Fortsetzung der äusseren Lage desselben der Zahnkeim oder die Zahnpapille, *Pulpa s. Papilla dentis* (*a*), der, in der Gestalt den spätern entsprechenden Zahn nachahmend und einer grossen Schleimhautpapille gleichwerthig, aus einer gefäss- und später auch nervenreichen innern mächtigen Lage und einer gefässlosen dünnen Randschicht besteht. Die letztere wird von einem zarten gleichartigen Häutchen, der *Membrana praeformativa* (*Raschkow*), die für die Zahnbildung ohne weitere Bedeutung ist, begrenzt und besteht unter demselben aus 35 — 54 μ langen und 4,5 — 10 μ breiten Zellen mit schönen bläschenförmigen Kernen und deutlichen ein- und mehrfachen *Nucleolis*, die eine dicht neben der andern, fast wie ein Epithel, auf der Oberfläche der Pulpa sitzen, jedoch nach innen nicht so scharf begrenzt sind, wie ein solches, und auch, wenigstens an jungen Zahnkeimen, durch kleinere Zellen allmählich in das Parenchym derselben übergehen. Uebrigens entsteht an gefässreichen Pulpen doch eine Begrenzung dadurch, dass die Capillarschlingen, in welche die Gefässe auslaufen, nicht zwischen die cylindrischen Zellen eingehen, sondern eine dicht an der andern an der tiefen Seite derselben enden, so dass, zumal da auch die fraglichen Zellen das Elfenbein liefern, die Bezeichnung derselben als Elfenbeinhaut, *Membrana eboris*, gerechtfertigt erscheint. Die innern Theile der Pulpa bestehen durch und durch aus einer früher mehr körnigen oder gleichartigen, später mehr faserigen Grundsubstanz, in welcher sehr zahlreiche, anfangs runde, später spindelförmige und sternförmige Zellen eingebettet sind, von denen die der *Membrana eboris* die äussersten dicht gedrängten darstellen, mithin gehört das Gewebe derselben zur Gruppe der Bindesubstanz. Gefässe entwickeln sich etwas vor der Zahnbildung in ungemeiner Zahl in der Pulpa, und zwar finden sich vorzüglich an der Verknöcherungsgrenze die zahlreichsten senkrecht stehenden Schlingen von Capillaren von etwa 13 μ.

Das Schmelzorgan, *Organon adamantinae* (*Raschkow*) (Fig. 259 *def*), ist ein kappenförmiges, rings herum scharf umgrenztes, weiches Gebilde, dessen vertiefte Seite die Zahnpulpa genau umkleidet, während die gewölbte dem eigentlichen Zahnsäckchen genau anliegt. Dem Baue nach besteht dasselbe aus zwei Theilen, einer äussern dünnen Lage von gewöhnlichen Epithelzellen (*d f*) und einem innern Gallertgewebe (*e*) eigener Art, hat jedoch, wie die Entwickelungsgeschichte lehrt, *in toto* die Bedeutung eines epithelialen Organes und stellt das Epithel der Zahnpapille und des Zahnsäckchens dar, welche Theile beide einmal die oberflächlichsten Theile der Schleimhaut darstellten. Die Epithelzellen des Schmelzorganes bilden zwar eine ganz zusammenhängende Lage, müssen jedoch der Bequemlichkeit halber in zwei Theile geschieden werden, die ich das äussere und innere Epithel nennen will. Das innere Epithel, oder die sogenannte Schmelzhaut, *Membrana adamantinae* (*Raschkow*) (*d*) gleicht einem gewöhnlichen Cylinderepithel auf's Täuschendste, und besteht ganz und gar aus 26 μ langen, 4,5 μ breiten Zellen, die feinkörnig und zart sind und länglichrunde Kerne führen, die, hie und da doppelt, an den Enden der Zellen sitzen. Das äussere Epithel (*f*), von *Nasmyth* entdeckt und auch von *Huxley* gesehen, jedoch erst von *Guillot* abgebildet und von *Robin* und *Magitot* genauer beschrieben, zeigt beim Menschen pflasterförmige Zellen von 11 μ im Mittel, die häufig Fettkörnchen führen. Was dasselbe dem innern Epithel gegenüber besonders auszeichnet, ist, dass es keine überall gleich dicke Haut bildet, sondern an seiner äussern Seite, vor Allem an der dem Zahnfleische zugewendeten Seite des Schmelzorganes, mit einer Menge kleinerer und grösserer, ganz und gar aus Zellen gebildeter Fortsätze, den Epithelialsprossen des Schmelzorganes, versehen ist, zwischen welche die Gefässzotten des Zahnsäckchens hineinragen, so dass durch die beiderlei Hervorragungen eine innige Vereinigung der genannten Theile erzeugt wird. — Das innere oder Gallertgewebe des Schmelzorganes (*e*) gleicht auf ein Haar gewissen einfachen Bindesubstanzen und besteht aus verbundenen sternförmigen Zellen, die in ihren Zwischenräumen eine schleim- und eiweissreiche Flüssigkeit führen. Dasselbe ist jedoch nichts als umgewandeltes Epithel und gehen auch seine Elemente an der Grenze gegen die oberflächlichen Zellenschichten in mehr rundliche Elemente über und setzen sich wenigstens früher nicht scharf gegen dieselben ab. Am mächtigsten ist diese Lage gallertigen Epithels, wie ich sie heisse, unmittelbar vor dem Eintritte der Zahnbildung und in den ersten Zeiten derselben, so im fünften bis sechsten Monate 1 — 1,4 mm dick, bei einem Neugebornen dagegen nur noch 0,35 — 0,45 mm. Wie begreif-

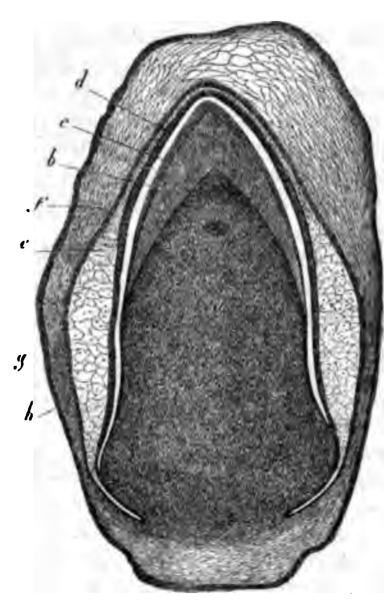


Fig. 259.

Fig. 259. Zahnsäckchen eines bleibenden Zahnes der Katze senkrecht und quer durchschnitten. Nach einem Präparate von *Thiersch*. 14mal vergr. *a*. Zahnpapille, deren äusserste dunkle Zone von den Elfenbeinzellen gebildet wird, *b*. Zahnbein, *c*. Schmelz, *d*. innere Epithellage des Schmelzorganes oder *M. adamantinae*, *e*. Gallertgewebe desselben, *f*. äussere Epithellage des Schmelzorganes, *g*. innere Lage des Zahnsäckchens, *h*. äussere Lage desselben.

lich ist das ganze Schmelzorgan gefässlos und gehören die Gefässe, die ich früher aus demselben beschrieb, der innern Lage des Zahnsäckchens an, die ich ehemals als Theil des Schmelzorganes ansah.

Die Bildung der Milchzähne beginnt in dem fünften Fötalmonate, und im siebenten Monate sind dieselben alle in Ossification begriffen. Die Verknöcherung beginnt an der Spitze der Zahnpulpa mit der Bildung von kleinen Scherbchen von Zahnbein, die bei den Backzähnen anfänglich entsprechend den Hügeln des Keimes mehrfach sind, jedoch bald mit einander verschmelzen. Gleich nach dem Auftreten eines Zahnbeinscherbchens entsteht auch von dem Schmelzorgane aus eine dünne Lage von Schmelz, die mit dem Zahnbeine verschmilzt und so die erste Anlage der Zahnkrone bildet. Weiter dehnt sich das Zahnbeinscherbchen über die Pulpa aus und wird dicker, so dass es bald wie eine Mütze auf dem Keime sitzt (Fig. 259) und schliesslich ähnlich einer Kapsel denselben, der, je mehr die Ossification zunimmt, um so mehr sich verkleinert, ganz und eng umfasst; zugleich folgt auch die Schmelzablagerung nach, so dass dieselbe bald von der Gesammtoberfläche der Schmelzhaut ausgeht, und wird immer mächtiger. So bildet sich schliesslich der ganze Schmelz um die Elfenbeinlage der Krone, während das Schmelzorgan und die Zahnpulpa immer mehr an Masse abnehmen, bis jenes nur noch ein dünnes Häutchen ist und letztere den Verhältnissen, die sie im fertigen Zahne zeigt, sich nähert. Vom Cemente und der Zahnwurzel ist aber noch immer nichts da; dieselben entstehen erst, wenn die Krone ziemlich fertig ist und der Zahn zum Durchbruche sich anschickt. Um diese Zeit wächst der Zahnkeim stark in die Länge, während das Schmelzorgan verkümmert, und lagert sich auf seinen neu hervorsprossenden Theilen nur Elfenbein ab, nämlich das der Wurzel. Der so in die Höhe getriebene Zahn beginnt gegen die obere Wand des Zahnsäckchens und das mit demselben verwachsene feste Zahnfleisch zu drängen, bricht allmählich durch dieselben, in denen auch selbständig ein Schwinden eintritt, hindurch und kommt schliesslich zu Tage. Nun zieht sich das Zahnfleisch um ihn zusammen, während der nicht durchbrochene Theil des Zahnsäckchens eng an die Wurzel sich anlegt und zum Perioste der Alveole wird. Seine Vollendung erhält der Milchzahn dadurch, dass 1) noch der Rest der Wurzel angesetzt wird, wodurch bald die Krone in normaler Länge hervortritt, und 2) aus einer vom Zahnsäckchen, das nun mit dem Perioste der Alveole verschmilzt, geschehenden Ablagerung, die schon vor dem Durchbruche beginnt, das Cement um die Wurzel sich anlegt, während zugleich von innen her der Zahn sich noch mehr verdickt und der Keim entsprechend sich verkleinert. An Zähnen mit mehreren Wurzeln wird der anfangs einfache Keim bei seiner Verlängerung da, wo er festsitzt, gespalten, und entwickelt sich dann um jede Abtheilung herum eine Wurzel. — Der Durchbruch der Milchzähne geschieht in folgender Reihe. Innere Schneidezähne des Unterkiefers im 6. bis 8. Monate, innere Schneidezähne des Oberkiefers einige Wochen später, äussere Schneidezähne im 7. bis 9. Monate, die des Unterkiefers zuerst, vordere Backzähne im 12. bis 14. Monate, die des Unterkiefers zuerst, Hundszähne im 15. bis 20. Monate, zweite Backzähne zwischen dem 20. bis 30. Monate.

Die bleibenden Zähne entwickeln sich genau in derselben Weise wie die Milchzähne. Ihre Ossification beginnt etwas vor der Geburt in den ersten grossen Backzähnen, schreitet im ersten, zweiten und dritten Jahre auf die Schneidezähne, Eckzähne und kleinen Backzähne fort, so dass im sechsten und siebenten Jahre zu gleicher Zeit 48 Zähne in beiden Kiefern enthalten sind, nämlich 20 Milchzähne und alle bleibenden, mit Ausnahme der Weisheitszähne. Beim Zahnwechsel werden die knöchernen Scheidewände, welche die Alveolen der bleibenden von denen der Milchzähne trennen, aufgesaugt, und zugleich schwinden die Wurzeln der letzteren von unten her, in Folge eines noch nicht genau ermittelten Vorganges. (Nach *Tomes* ist es eine in den Milchzähnen selbständig auftretende Auflösung der Zahnsubstanz.) So kommen die bleibenden Zähne, deren Wurzeln mittlerweile sich verlängern, gerade

unter die lose gewordenen Kronen der Milchzähne, die endlich, wenn sie noch mehr hervortreten, ausfallen und ihnen den Platz einräumen. Das Hervorbrechen der bleibenden Zähne geschieht in folgender Ordnung: erster grosser Backzahn im siebenten Jahre, innerer Schneidezahn im achten Jahre, seitlicher Schneidezahn im neunten Jahre, erster kleiner Backzahn im zehnten Jahre, zweiter kleiner Backzahn im elften Jahre, Eckzahn im zwölften Jahre, zweiter grosser Backzahn im 13. Jahre, dritter Backzahn zwischen dem 17. bis 19. Jahre.

Das Zahnfleisch des Fötus und besonders des Neugebornen vor dem Durchbruche der Milchzähne ist weisslich und sehr fest, fast von der Dichtigkeit eines Knorpels, weshalb es auch wohl Zahnfleischknorpel genannt wird, obschon es in seinem Baue mit Knorpel gar keine Aehnlichkeit hat und aus den gewöhnlichen Schleimhautelementen, jedoch mit einer bedeutenden Beimengung eines mehr sehnigen Gewebes, besteht. Die in demselben von *Serres* beschriebenen hirsekorngrossen Körperchen, die Weinstein absondernde Drüsen sein sollen, sogenannte *Glandulae tartaricae*, sind Nester von Epithel (s. meine Mikr. Anat. II. 2. S. 95) und meinen neueren Erfahrungen zufolge Reste des embryonalen Schmelzkeimes.

Die Entwickelung der Zahnsäckchen kann hier unmöglich *in extenso* besprochen werden und bemerke ich daher nur folgendes. In neuerer Zeit hat die früher ziemlich allgemein gültige *Goodsir*'sche Aufstellung, nach welcher die Säckchen aus einer offenen Schleimhautfurche mit freien Papillen sich entwickeln (s. meine Mikr. Anat. II. 2. S. 87—94, wo auch die übrige Literatur aufgeführt ist, und die ersten drei Auflagen dieses Handbuches), verlassen werden müssen. Zwar haben die Angaben von *Natalis Guillot*, sowie von *Robin* und *Magitot*, nach welchen beim Menschen und bei Säugethieren die Säckchen mit allen ihren Theilen in der Tiefe der Schleimhaut, im submucösen Gewebe derselben, von freien Stücken und unabhängig von allen andern Theilen sich entwickeln, als unrichtig sich ergeben, dagegen ist von mir im Jahre 1863 gezeigt worden, dass bei Thieren eine Zahnfurche mit freien Papillen fehlt und die Zahnsäckchen im Innern der Mucosa aus den obersten Schleimhautlagen, d. h. aus einer Schleimhautpapille (dem Zahnkeime), einem Epithelialüberzuge derselben (dem Schmelzorgane) und einer umhüllenden Schleimhautlage, dem eigentlichen Zahnsäckchen, sich hervorbilden.

Einzelnheiten anlangend, so finden sich bei den von mir untersuchten Säugethieren (Kalb und Schaf) niemals freie Zahnkeime, und zur Zeit der Entwicklung auch nichts, was als eine Zahnfurche angesprochen werden könnte, obschon zur Zeit der ersten Entwicklung der Schmelzkeime in der Gegend derselben leichte Furchen sich finden (Fig. 260). Ober- und Unterkiefer zeigen bei Wiederkäuern in der Gegend, wo die Zahnsäckchen sich bilden, eine starke, vorzüglich aus einer mächtigen Epithellage gebildete Leiste, und im Innern dieses »Zahnwalles« entwickeln sich die Zahnsäckchen in folgender Weise. Das erste ist die Bildung eines besonderen epithelialen Organes, das ich den »Schmelzkeim« nenne. Derselbe stellt in jeder Kieferhälfte einen zusammenhängenden platten Fortsatz der tiefsten Lagen des Mundhöhlenepithels dar, der seine Flächen nach aussen und nach innen wendet, und an seinem Randtheile etwas nach aussen umgebogen ist (Fig. 261). Anfänglich ist dieser Schmelzkeim überall gleichmässig dünn und

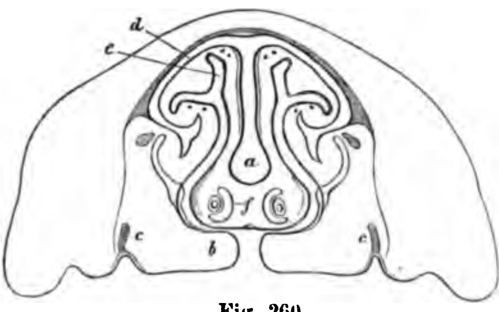


Fig. 260.

Fig. 260. Senkrechter Schnitt durch den Gesichtstheil eines jungen Kalbsembryo mit Gaumenspalte, mit Weglassung des Unterkiefers und der Zunge. Ger. Vergr. *a.* knorpelige Nasenscheidewand, *b.* Gaumenfortsätze des Oberkiefers mit der Gaumenspalte, *c.* die jungen Schmelzkeime der Backzähne des Oberkiefers, *d.* knorpelige Decke der Nasenhöhle *e.*; *f.* *Jacobson*'sche Organe sammt dem sie begrenzenden Knorpel.

nicht zu erkennen, wo die einzelnen Zahnsäckchen sich entwickeln. Später bilden sich in der tieferen Hälfte desselben einzelne Stellen entsprechend der Zahl der Zähne eigenthümlich um und gestalten sich nach und nach zu den einzelnen Schmelzorganen (Fig. 262). Diese Umwandlung beruht auf folgendem. Erstens und vor Allem verdickt sich der Schmelzkeim an diesen Stellen dadurch, dass im Innern desselben eine reichliche Zellenwucherung statt hat, welche vor Allem von länglichen Zellen ausgeht, die — eine Fortsetzung der tiefsten Zellen des Epithels — die äussersten Theile desselben bilden, ausserdem aber auch von kleineren in geringer Menge im Innern desselben enthaltenen Zellen abhängig ist. Sind so eine gewisse Zahl neuer Zellen entstanden, so bestehen die Schmelzorgane deutlich aus zwei Abtheilungen, einer Rindenschicht (*a*) aus den ursprünglich länglichen Zellen und einer Kernmasse aus mehr rundlichen Elementen (*e*). Zugleich ändern sie nun auch ihre Form und gehen aus der eines Kolbens in die einer Kappe über, welche nun auch den mittlerweile hervorgetretenen Zahnkeim bedeckt. — Sind einmal so die Schmelzorgane deutlich als solche angelegt, so ändern sie sich auch in histiologischer Beziehung dadurch, dass die

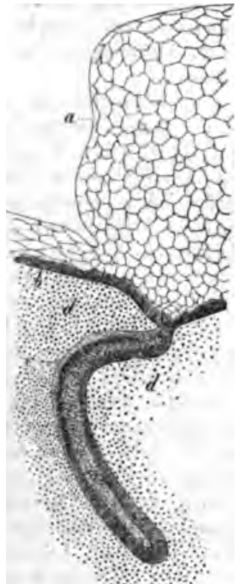


Fig. 261.

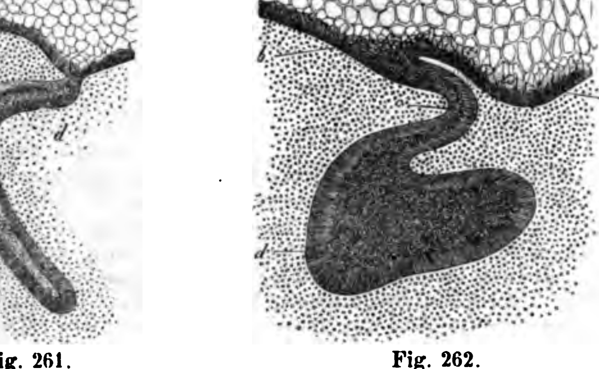


Fig. 262.

Zellen der Kernmasse nach und nach — indem sie sternförmig werden, unter einander sich vereinen und eine schleim- und eiweissreiche Flüssigkeit zwischen sich ausscheiden — in die eigentliche Gallerte des Schmelzorganes übergehen. Diese Umbildung geschieht übrigens sehr langsam und bleiben so lange, als das Schmelzorgan sich noch vergrössert, zwischen seiner Rindenschicht und dem Gallertkerne Lagen runder Zellen übrig, die, während sie auf der einen Seite immerwährend sich vermehren, auf der andern stets zur Vergrösserung der Gallerte verwendet werden.

Diesem zufolge ist das Gallertgewebe der Schmelzorgane kein Bindegewebe, wie alle bisherigen Autoren, mit Ausnahme von *Huxley*, annahmen, noch einfache Bindesubstanz (d. h. aus Bindegewebskörperchen und gleichartiger Grundsubstanz bestehend),

Fig. 261. Ein Stückchen des Gaumens eines Kalbsembryo in der Gegend des rechten Zahnwalles. 100mal vergr. *a*. Epithel des Zahnwalles, dessen äusserer Theil nicht dargestellt ist, *b*. tiefste cylindrische Zellen des Epithels, *c*. Schmelzkeim, Fortsetzung der tiefsten Lagen des Epithels, *dd*. oberste Lagen der Schleimhaut.

Fig. 262. Ein Stückchen des Gaumens eines Schafsembryo in der Gegend des rechten Zahnwalles. 100mal vergr. *a*, *b*, *c* wie in Fig. 261, *d*. äussere längliche Zellen des in Bildung begriffenen Schmelzorganes, *e*. innere rundliche Zellen.

wie ich früher aufstellen zu können glaubte, vielmehr ein eigenthümlich umgewandeltes Epithelialgewebe. Da mir nur Eine Analogie für eine derartige Umwandlung von Epithelzellen bekannt ist, nämlich die äussere Hülle des Barscheies, die aus den verlängerten und durch Ausläufer verbundenen Epithelzellen des *Graaf*'schen Follikels und zwischen denselben ausgeschiedener Gallerte besteht, so dauerte es lange, bis ich die volle Ueberzeugung der Richtigkeit der angegebenen Deutung gewann, doch brachte das Gewicht der Thatsachen schliesslich jeden Zweifel zum Verstummen.

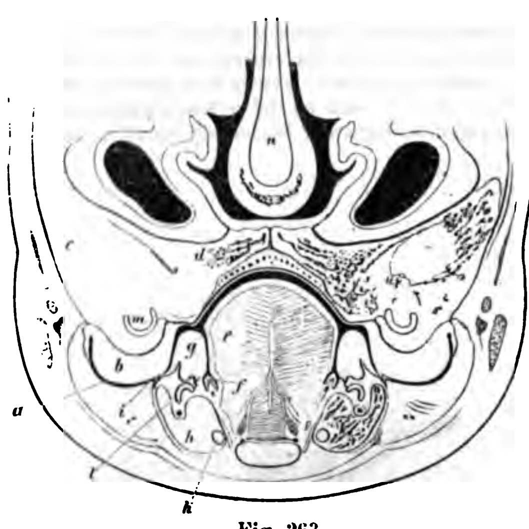


Fig. 263.

Bekanntlich hat *Huxley* schon vor längerer Zeit das ganze Schmelzorgan für das Epithel des Zahnsäckchens und der Zahnpapille erklärt. Man kann dem Scharfblicke dieser Deutung alle Achtung zollen und doch finden, dass *Huxley* die Thatsachen nicht zu Gebote standen, auf welche hin eine solche Auffassung gerechtfertigt erscheint.

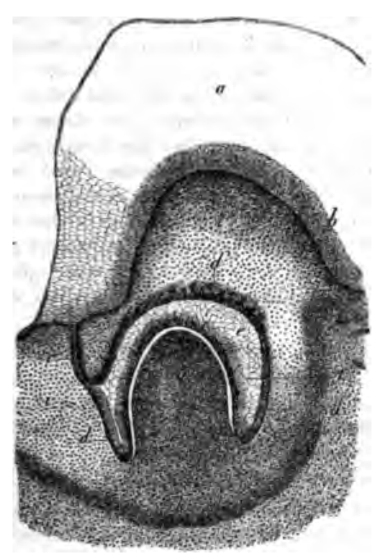
Die Schmelzkeime sind früher da als irgend eine Spur von Zahnpapillen und z. B. im Oberkiefer vor der Schliessung der Gaumenspalte schon wahrzunehmen, um welche Zeit auch die Zahnwälle noch nicht vorhanden oder nur angedeutet sind (Fig. 260), dagegen treten die Papillen so ziemlich gleichzeitig mit den Schmelzorganen auf. Sobald nämlich diese als Verdickungen bemerkbar werden, zeigt sich auch an ihrer tiefen Fläche eine leichte hügelartige Erhebung der äussersten Schleimhautschicht, und während diese immer mehr sich vergrössert, treibt sie die tiefere Wand des Schmelzorganes gegen die andere und bedingt dessen Umwandlung in die Form einer Kappe (Fig. 263). Es erscheint somit der Theil des Schmelzorganes, der die Papille überzieht, oder die Schmelzmembran (Fig. 264 *f*,), recht eigentlich als das Epithel der Zahnpapille. — Zwischen diesen beiden Theilen liegt, wie auch zwischen dem ganzen Schmelzorgane und der *Mucosa* und an der Oberfläche der letztern überhaupt ein zartes gleichartiges Häutchen, die sogenannte *Membrana praeformativa*, der somit nichts weniger als eine besondere Bedeutung zukommt. — Uebrigens bildet sich nicht nur in der Gegend der Zahnpapille, sondern auch im übrigen Umkreise des Schmelzorganes eine innigere Verbindung desselben mit der *Mucosa*, indem das äussere Epithel des Schmelzorganes, besonders an den der Papille entgegengesetzten Stellen, gegen die *Mucosa* die obengemeldeten Epithelialfortsätze treibt und zwischen diesen Gefässe führende zottenartige Auswüchse der umgebenden *Mucosa* sich entwickeln.

Erst nachdem Zahnkeime und Schmelzorgane vollkommen angelegt sind, zeigen sich die ersten Spuren der Zahnsäckchen dadurch, dass ein Theil des umgebenden Bindegewebes sich verdichtet (Fig. 264, 265, in welch letzterer Figur das, was erste Anlage des

Fig. 263. Senkrechter Schnitt durch den unteren Theil des Gesichtes eines Kalbsembryo von 11 Cm. Länge; geringe Vergr. *a.* seitlicher Theil des Bodens der Mundhöhle mit dünnem Epithel, *b.* oberer Zahnwall mit sehr dickem Epithel, *c.* Oberkiefer, *d.* Gaumentheil derselben, *e.* Zunge, *f.* innere kleine Leiste am Boden der Mundhöhle mit verdicktem Epithel, *g.* unterer Zahnwall mit verdicktem Epithel, *h.* Unterkiefer, *i.* äussere kleine Leiste am Boden der Mundhöhle mit verdicktem Epithel, *k.* *Meckel*'scher Knorpel, *l.* Zahnsäckchenanlage der Unterkiefer, *m.* Anlage der Zahnsäckchen der Oberkiefer, *n.* Nasenscheidewand.

Säckchens sein sollte, durch ein Versehen als Lücke dargestellt ist. Diese Verdichtung, die von den tiefen Theilen der Schleimhaut gegen die oberflächlichen fortschreitet, tritt jedoch nicht in unmittelbarer Nähe der Schmelzorgane, sondern erst in einer gewissen Entfernung von denselben auf, und bestehen die Säckchen, wenn angelegt, aus zwei Theilen, nämlich aus einer dünnen festen Wand und einem inneren, mehr lockeren Gewebe, das in seiner Dichtigkeit an die Gallerte des Schmelzorganes erinnert, jedoch den Bau gewöhnlichen lockeren embryonalen Bindegewebes besitzt. Diese Lage und die Zahnpapille, die offenbar gleichwerthig sind, sind auch die Träger der feineren Verästelungen der Gefässe der Zahnsäckchen, deren Endschlingen allerwärts im Umkreise des Schmelzorganes stehen, ohne jedoch, wie leicht begreiflich, irgendwo in dasselbe hinein zu reichen.

In eben geschilderter Weise ausgebildete Zahnsäckchen stehen immer noch, wie die Fig. 264 u. 265 darthun, durch ihre Schmelzorgane mit dem Mundhöhlenepithel in Verbindung, indem die Reste der Schmelzkeime durchaus nicht sofort vergehen, nachdem sie die Schmelzorgane erzeugt haben. Vielmehr kommt ihnen, wie ich ermittelt habe, die wich-



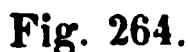


Fig. 264.

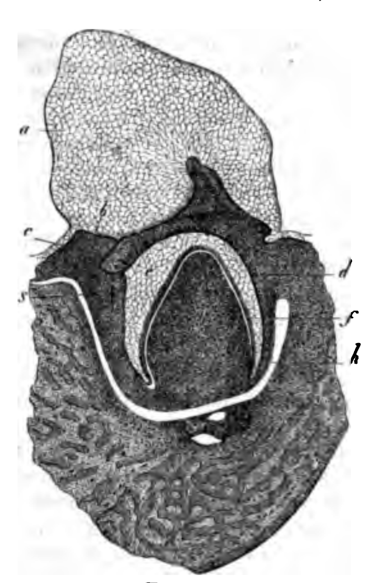


Fig. 265.

tige Bedeutung zu, die Anlagen auch für die Schmelzorgane der bleibenden Zähne zu erzeugen. Obschon ich die Bildung der Säckchen der bleibenden Zähne noch nicht vollständig zu verfolgen Gelegenheit hatte, so glaube ich mit Sicherheit regelrecht vorkommende Fortsätze der Schmelzkeime, wie sie die Fig. 265 zeigt, als die ersten Anlagen derselben bezeichnen zu dürfen. Diese Fortsätze, die ich die secundären Schmelzkeime nenne,

Fig. 264. Ein Stückchen des Gaumens eines Kalbsembryo mit dem rechten Zahnwalle. *a.* Zahnwall, wesentlich aus einer Verdickung des Epithels bestehend, *b.* tiefste Lagen des Epithels, *c.* Rest des Schmelzkeimes mit dem Schmelzorgane *d, e, f* verbunden, *d.* äussere Epithelschicht des Schmelzorganes, *d'.* Epithelialsprossen desselben, *e.* gallertiges Epithel des Schmelzorganes, *f.* inneres Epithel des Schmelzorganes oder Schmelzmembran, *g.* Zahnkeim, *h.* erste Andeutung der festeren Bindegewebslage des Zahnsäckchens, *i.* äusserste Theile der Schleimhaut, die z. Th. in die innere weiche Bindegewebsschicht des Zahnsäckchens sich umwandeln, *k.* einzelne Knochenbalken der *Max. superior.* Vergr. 23.

Fig. 265. Der grösste Theil des linken Unterkiefers mit dem entsprechenden Zahnwalle und einem Zahnsäckchen. Von einem Kalbsembryo. $11^1/_2$mal vergr. *a*—*h* wie in Fig. 264, *s.* secundärer Schmelzkeim. Unter dem Zahnsäckchen sieht man die Nerven und Gefässe im Kiefer.

finden sich immer in der Höhe der betreffenden Schmelzorgane und an der **medialen** Seite derselben, gehen nahe an der Verbindung des Restes der Schmelzkeime mit diesen ab und haben genau den Bau der tieferen Theile des ursprünglichen Schmelzkeimes. Die Umwandlung dieser Bildungen und der umgebenden Theile der *Mucosa* in die bleibenden Zahnsäckchen wird nach dem Geschilderten leicht zu denken sein, und will ich nur noch bemerken, dass die ausgebildeten Säckchen der bleibenden Zähne genau denselben Bau besitzen, wie die der Milchzähne.

Die letzten Veränderungen der Säckchen der Milchzähne habe ich auch nicht im Einzelnen verfolgt, und kann ich nur so viel sagen, dass auf jeden Fall die Reste der Schmelzkeime später vergehen und die Säckchen dann als ringsum geschlossene und von dem Epithel ganz getrennte Bildungen erscheinen (Fig. 259). Die Atrophie der Reste der Schmelzkeime führt übrigens nicht sofort zum gänzlichen Schwinden derselben, vielmehr ist leicht zu sehen, dass einzelne Theile derselben durch Umwandlung ihrer innersten Zellen eine eigenthümliche Veränderung erleiden und zu rundlichen Nestern verhornter Zellen sich umbilden, die manchmal ihre Verbindung mit den Schmelzkeimresten noch bewahren, während sie in andern Fällen ganz für sich im Innern der Schleimhaut zwischen den Zahnsäckchen und dem Epithel sich finden. — Aus diesen Untersuchungen, die auch durch selbständig von *Thiersch* in Erlangen angestellte Beobachtungen, in Betreff welcher meine vorläufige Mittheilung über diesen Gegenstand nachzusehen ist, und durch spätere Erfahrungen von *Waldeyer* und *Hertz*, die auch auf das Schwein, die Katze und den Hund sich beziehen, gestützt werden, geht somit hervor, dass bei den Säugethieren die Zahnsäckchen durch ein merkwürdiges Ineinandergreifen einer Epithelial- und Schleimhautwucherung sich entwickeln, in der Art, dass der Vorgang mit der Entwickelung der Hautdrüsen, oder noch besser der Haarbälge, eine nicht zu verkennende Uebereinstimmung darbietet. Es finden sich übrigens bei den einzelnen Gattungen der Säuger gewisse Verschiedenheiten untergeordneter Art mit Bezug auf die Gestalt der Zahnwälle, die Form der Schmelzkeime u. s. w., mit Bezug auf welche die angeführten Arbeiten zu vergleichen sind.

Was den **Menschen** anlangt, so habe ich schon in der 4. Aufl. dieses Handbuches die Vermuthung geäussert, dass auch hier die Verhältnisse wahrscheinlich dieselben seien, wie bei den Säugern, und dass die von *Goodsir* und mir gesehene offene Zahnfurche mit freien Zahnpapillen daher rührte, dass bei den untersuchten Embryonen das Mundhöhlenepithel fehlte.* Diese Vermuthung ist nun seither von *Waldeyer* durch unmittelbare Beobachtung wohlerhaltener menschlicher Embryonen zur Gewissheit erhoben worden.

In Betreff des **Baues der Zahnsäckchen** hat die neuere Zeit einige nicht unwichtige Erwerbungen aufzuweisen, welche jedoch erst jetzt verständlich geworden sind, seit ich die Entwickelung der Zahnsäckchen aufgedeckt habe. Als solche bezeichne ich den Nachweis des Vorkommens einer **äussern Epithelschicht** am Schmelzorgane, die mit dem innern Epithel oder der Schmelzmembran zusammenhängt, ferner die Entdeckung von Epithelialsprossen an dieser Lage und von zottenartigen Bildungen an den angrenzenden Theilen des Zahnsäckchens. Die äussere Epithelschicht des Schmelzorganes findet sich zuerst bei *Nasmyth* beschrieben (*Researches* p. 106 u. 109), aber nicht gedeutet. Dann erwähnt sie *Huxley* (*On the developm. of teeth* etc. p. 153), schildert sie jedoch als nicht beständig, was ich nicht unterschreiben kann. Weiter beschreiben *Todd* und *Bowman* (Vol. II. p. 176) kurze mit Drüsenepithel gefüllte Röhren im äussersten Theile des Schmelzorganes, welche nichts anderes als die Epithelialfortsätze der äussern Epithelschicht sind, von welcher die genannten Forscher jedoch nichts sahen. Auch mir gelang es früher nicht, dieses Epithel zu sehen, doch kann ich jetzt mit Bestimmtheit sagen, dass die in meiner Mikr. Anat. (II. 2. S. 100) beschriebenen Nester kernhaltiger Zellen (s. die Figur das.) auf dasselbe zu beziehen sind. Die erste Abbildung der fraglichen Epithelschicht findet sich bei *Guillot* (l. i. c. Pl. V. Fig. 1—5. VIII. Fig. 1. 2), doch gelang es demselben nicht, ihre Bildung und ihre späteren Umwandlungen aufzufassen, wie am besten daraus hervorgeht, dass er dieselbe selbständig in der Tiefe der Schleimhaut sich bilden und in das Zahnsäckchen sich umwandeln lässt (S. 295). Dasselbe gilt mit Bezug auf ersteres auch von *Robin* und *Magitot*, von denen übrigens gesagt werden kann, dass sie die erste gute Beschreibung des äussern Epithels des Schmelzorganes gegeben haben (*Journal de la physiol.* Janv. 1861. p. 73), so wie dass sie ebenfalls die Ersten sind, welche die von *Todd-Bowman* entdeckten drüsenartigen Bildungen richtig als Sprossen dieses Epithels

leuteten. Ausserdem haben sie auch schon freie Epithelialstränge im Zahnsäckchen gesehen, von denen sie es für möglich halten, dass sie losgelöste und z. Th. vergrösserte Epithelialzellen sind. — Die zottenartigen Fortsätze der Zahnsäckchen, obschon noch wenig gewürdigt, haben schon *Goodsir*, *Sharpey*, *Huxley* und *Todd-Bowman* genannt, und neulich sind dieselben von *Robin* und *Magitot* genau geschildert worden. Die Fortsetzung der *Membrana praeformativa* endlich, die *Waldeyer* und *Hertz* mit Unrecht läugnen, auf das Zahnsäckchen hat *Huxley* zuerst beschrieben.

Die Entwickelung der Zahnsäckchen anlangend, so sind noch mehrere Puncte nicht hinreichend erforscht, vor Allem die Gestaltungsvorgänge in den Schmelzorganen. *Waldeyer* und *Hertz* verlegen dieselben ganz und gar in die inneren runden Zellen dieser Organe, ich dagegen auch in die cylindrischen äusseren Elemente. Wenn ich nun auch zugeben kann, dass die sternförmigen Zellen der Schmelzpulpa von den runden Zellen aus sich bilden, so ist doch klar, dass auch die länglichen Zellen nicht unthätig sind, vielmehr fortwährend an Zahl sich vermehren, indem das Epithel des Schmelzorganes stetig an Flächenausdehnung gewinnt. Ueber die Art der Vermehrung dieser Cylinderzellen besitzen wir keine Erfahrung; ich glaube jedoch nicht zu irren, wenn ich dieselbe wie bei allen einschichtigen Epithelien durch wiederholte Längstheilungen vor sich gehen lasse, und scheint mir gar nichts für die Annahme von *Waldeyer* zu sprechen, dass die runden Zellen der Schmelzpulpa, die an das Epithel angrenzen, eine Matrix für dasselbe darstellen. Auf der andern Seite will ich zugeben, dass eine Bildung dieser runden Zellen aus denen des Epithels, die ich früher annahm, auch nicht nachgewiesen ist.

§. 140.

Entwickelung der Zahngewebe. Von den drei Geweben, welche die Zähne bilden, entstehen zwei, das Zahnbein und das Cement, wesentlich nach demselben Gesetze, das auch der Bildung des Knochengewebes vorsteht, dagegen hat der Schmelz eine Entwickelung ganz eigener Art und stellt nichts als eine mächtige Cuticularbildung dar.

Das Zahnbein nimmt seine Entstehung von den Zellen an der Oberfläche der Zahnpulpa, die aus diesem Grunde die Elfenbeinzellen heissen mögen. Wahrscheinlich verkalkt in erster Linie die *Membrana praeformativa* und dann bildet sich innen an derselben Schicht um Schicht Zahnbein, dadurch, dass erstens die Elfenbeinzellen in die Zahnfasern auswachsen, während zugleich zwischen denselben eine verkalkende Zwischensubstanz sich absondert. Hierbei bleiben die Elfenbeinzellen im Allgemeinen unverändert bestehen — wenigstens findet man dieselben zu jeder Zeit in ganz gleicher Weise innen an dem wachsenden Zahnbeine — und scheint eine und dieselbe Elfenbeinzelle zur Erzeugung einer ganzen Zahnfaser mit allen ihren feineren Verästelungen hinzureichen. Nur wo gabelige Theilungen der Zahnfasern sich finden, sind vielleicht mehrere Zellen an der Herstellung Einer Faser betheiligt.

Das Cement bildet sich ganz nach Art der Periostablagerungen der Knochen, und ist es das Zahnsäckchen, das nach der Entwickelung der Krone während der Wurzelbildung diese Rolle übernimmt und dieselbe auch dann noch nicht aufgibt, wenn es nach dem Durchbruche der Zähne zum Perioste der Alveole geworden ist.

Der Schmelz endlich entwickelt sich durch eine verkalkende Ausscheidung der Zellen der Schmelzmembran, genau in derselben Weise, in der bei niedern Thieren solche Ablagerungen in nicht minder mächtigem Grade vorkommen, in welcher Beziehung §. 16 nachzusehen ist. In neuerer Zeit habe ich auch an einzelnen Schmelzzellen am freien Ende kleine Auflagerungen unmittelbar wahrgenommen, die offenbar nichts anderes als noch nicht erhärtete Theile dieser Abscheidung waren. Die Schmelzzellen verändern sich bei dieser Absonderung nicht und gehen erst dann zu Grunde, wenn der Schmelz fertig ist. Vorher liefern sie aber noch eine zusammenhängende hautartige Ausscheidung, die ebenfalls verkalkt und das Schmelzoberhäutchen darstellt.

Die Entwickelung der Zahnsubstanz ist von jeher als ein sehr schwieriger Gegenstand angesehen worden. Am einfachsten scheinen die Verhältnisse beim Schmelze, und haben bis jetzt alle Forscher mit *Schwann* angenommen, dass die Schmelzfasern nichts als ossificirte Zellen der Schmelzmembran sind. Nun behauptet aber *Huxley* (l. c.), dass dem nicht so sein könne, indem der Schmelz in allen Stufen seiner Entwickelung von der *Membrana praeformativa* der Zahnpulpe überzogen und durch dieselbe von der Schmelzhaut getrennt sei. Nach *Huxley* bildet sich der Schmelz unabhängig von der Schmelzhaut unter diesem Häutchen, welches schliesslich zu dem von *Nasmyth* entdeckten Zahnoberhäutchen der fertigen Zähne werde, doch bekennt er, dass er nicht im Stande sei, irgend etwas Näheres über die Entwickelungsweise derselben anzugeben. — Diese Angaben, die einer meiner talentvollsten Zuhörer, *E. Lent*, geprüft hat (l. i. c.), ergaben sich in so fern als ganz richtig, als in der That von der Oberfläche des sich entwickelnden Schmelzes zu allen Zeiten durch Behandlung desselben mit verdünnten Säuren ein zartes gleichartiges Häutchen sich abhebt, welches, so lange das Elfenbein noch nicht gebildet ist, wie in die *Membrana praeformativa* der Zahnpulpe sich fortsetzt, und gewinnt es so den Anschein, als ob der Schmelz unter der *Membrana praeformativa* sich bilde. Nach den Untersuchungen von *Tomes* (Mikr. Journ. XV.) jedoch darf es als sehr wahrscheinlich bezeichnet werden, dass das von *Huxley* beobachtete Häutchen ein Kunsterzeugniss und nichts als die äusserste Lage des in Bildung begriffenen Schmelzes ist, wie ich es schon in meiner Abhandlung über Cuticularbildungen (Würzb. Verh. VII. p. 98) vermuthungsweise ausgesprochen habe. Diess vorausgesetzt, entscheidet sich dann, wie mir scheint, die Frage nach der Entwickelung des Schmelzes nicht schwer. Dass derselbe aus einer Verknöcherung der Schmelzzellen selbst hervorgehe, welcher Auffassung auch *Tomes* und die neuesten Beobachter, *Waldeyer* und *Hertz*, huldigen, halte ich aus dem Grunde für unmöglich, weil diese Zellen in allen Stufen der Schmelzbildung und namentlich auch dann noch, wenn derselbe ganz fertig ist, in ganz derselben Weise vorhanden sind, und scheint mir somit die von mir vorgetragene Ansicht, nach welcher der Schmelz nach Art der Cuticularbildungen von den Schmelzzellen ausgeschieden wird, viel mehr für sich zu haben. Für diese Auffassung spricht ausser dem angegebenen auch noch der Umstand, dass der Schmelz nach dem Ausziehen der Erdsalze nichts hinterlässt, was als zellige Grundlage desselben anzusehen wäre. Bestände derselbe wirklich aus verkalkten Zellen, so müssten diese, so scheint es, doch nachzuweisen sein.



Fig. 266.

Es ist übrigens zu bemerken, dass der Unterschied zwischen meiner Auffassung und derjenigen von *Schwann*

Fig. 266. *A*. Durchschnitt des Schmelzorganes aus dem Säckchen eines Backzahnes des Neugebornen, 250mal vergr. *a*. Aeussere dichte Lage des Zahnsäckchens, *b*. innere weiche gefässhaltige Lage des Zahnsäckchens mit einem etwas dichteren Gewebe gegen das Schmelzorgan, *c*. Schwammgewebe, *e*. äusseres Epithel, *d*. inneres Epithel des Schmelzorganes oder Schmelzmembran auf einem festeren Theile der Pulpa, dem sog. *Stratum intermedium*, aufsitzend. *B*. Vier Zellen der Schmelzmembran, 350mal vergr.

ıicht so gross ist, als es auf den ersten Blick scheinen könnte. Ich nehme an, dass die ;chmelzzellen an ihrem freien Ende, woselbst auch ich wie *Waldeyer* von einer Mem-ran bis anhin nichts gesehen habe, Lage um Lage sofort verkalkender Substanz absonern, bis die ganze Schmelzfaser gebildet ist. Bei der *Schwann*'schen Auffassung wird ehauptet, dass die Schmelzzelle selbst wächst und am freien Ende fortwährend verkalkt. Vird nun dieses Wachsthum so aufgefasst, dass man sagt, die Zelle wachse nur am freien ;nde und verkalke nur mit diesem wachsenden Theile, so ist diess mit andern Worten resentlich dasselbe, was ich sage, und würde es sich in diesem Falle nur darum handeln :önnen, ob das, was die Zelle am freien Ende ansetzt, Protoplasma ist oder nicht. Würde lagegen angenommen, dass die Zelle an der Basis wüchse und von Seiten der Schmelz-ulpe stets neues Material behufs ihrer Verlängerung beziehe, wie *Waldeyer* und *Hertz* lie Verhältnisse auffassen, so wäre hiermit allerdings eine wesentliche Abweichung von neiner Annahme gegeben, der ich nicht beipflichten könnte. Zur Widerlegung dieser Auffassung bemerke ich noch weiter erstens, dass noch Niemand eine Betheiligung der Kerngegenden der Schmelzzellen an der Schmelzbildung wahrgenommen hat. Würden diese Zellen an der Basis wachsen, so müssten die Kerngegenden gegen den Schmelz zu fortrücken und entweder, wie sie sind, verkalken oder die Kerne vorher verschwinden. Es ist jedoch weder das eine noch das andere der Fall, denn der Schmelz enthält keine Kerne und von einem Schwinden derselben ist auch nichts zu sehen; überhaupt rücken die Kerne der Schmelzzellen nicht von der Stelle und sind während der ganzen Schmelzbildung immer da zu sehen, wo sie von Anfang an waren. Zweitens finde ich während der Schmelzbildung die Schmelzmembran gegen die Schmelzpulpe scharf abgegrenzt, und habe ich noch nichts gesehen, was auf ein Wachsthum der Schmelzzellen auf Kosten der angrenzenden Theile der Schmelzpulpe gesprochen hätte. — *Hertz*, der überhaupt sich keine Vorstellung davon machen kann, wie die Schmelzzellen die Schmelzfasern auszuscheiden im Stande sein könnten, erinnere ich an die von mir beschriebenen Cuticularbildungen von Thieren, besonders an die Kiefer von *Pleurobranchus* und *Aplysia* (Würzb. Verh. Bd. VIII), die auch aus selbständigen langen Prismen und Stäben bestehen und eine grosse Aehnlichkeit mit dem Schmelz zeigen mit der einzigen Ausnahme, dass es hier die freien, bei den Schmelzzellen die der Mucosa zugewendeten Seiten der Zellen sind, die absondern.

Vom Schmelz abgehobene Schmelzzellen zeigen an ihrem freien Ende ein verschiedenes Verhalten. Die einen sind einfach quer abgestutzt, andere besitzen kleinere (*ich*, *Hertz*) oder (*Waldeyer*) grössere, helle Auflagerungen von derselben Breite wie die Zellen (in der Bildung begriffene Schmelzfasern), noch andere endlich mehr spitze Anhänge mit oder ohne solche Auflagerungen (*Tomes*, *Waldeyer*, *Hertz*). Ich halte diese Anhänge, die ich auch kenne, für Kunsterzeugnisse, d. h. für zufällig losgerissene Theile noch unausgebildeter Schmelzfasern. — Da es wohl sicher ist, dass nicht alle Schmelzprismen durch die ganze Dicke des Schmelzes gehen, mit andern Worten, an den convexen Theilen der Krone die äusseren, an den concaven die inneren Lagen mehr Prismen enthalten, so frägt es sich, wie die Zu- und Abnahme der Fasern erfolgt. Die Annahme eines Zugrundegehens einzelner Zellen und einer Vermehrung derselben durch Längstheilung wie bei der ersten Bildung der Epithelien des Schmelzorganes scheinen die Verhältnisse genügend zu erklären, doch fehlen bestimmte Erfahrungen, und verdient auch die Annahme von *Waldeyer* und *Hertz* von einer Neubildung von Schmelzzellen von Seiten der Schmelzpulpe aus geprüft zu werden.

Während der Schmelzbildung verändert sich das Schmelzorgan in einer ganz bestimmten Weise. Die Schmelzpulpe, die vor der ersten Ablagerung von Schmelz die Höhe hrer Entwickelung erreicht, schwindet nach und nach und zwar zuerst an der Krone des Zahnes (Fig. 259), später auch an den Seiten und zuletzt ganz unten, welches Schwinden ıicht durch Umwandlung derselben in Zellen der Schmelzmembran zu Stande kommt, wie *Hertz* glaubt, sondern eine einfache Atrophie ist. Zugleich vergeht auch das ıussere Epithel, welches in Stadien, wie Fig. 259 eines darstellt, häufig nicht mehr zu rkennen ist. Schliesslich kommen das Zahnsäckchen und die Schmelzmembran fast zur Berührung, indem zwischen beiden nur der Rest der Schmelzpulpe, der mit dem sog. *tratum intermedium* (Fig. 260) eine dünne Lage darstellt, sich befindet. So bleiben dann ie Verhältnisse bis zum Durchbruche der Zähne, und habe ich wenigstens von einem :hliesslichen Schwinden der Schmelzmembran nichts wahrgenommen.

Bei der Bildung des Elfenbeines betheiligt sich ähnlich wie beim Schmelze nicht

die ganze Pulpa, sondern nur die äusserste epitheliumartige Zellenschicht derselben, und bestreite ich, dass die ganze Pulpa ohne Weiteres von aussen nach innen fortschreitend in Elfenbein sich verwandelt und ossificirt, bin vielmehr der Ansicht, dass dieselbe nur dadurch für die Zahnbeinbildung von Wichtigkeit ist, dass sie die Gefässe trägt, die den Elfenbeinzellen ihr Wachsthum möglich machen. Ihre Verkleinerung ist auch, ohne dass man sie von aussen nach innen ossificiren lässt, sehr leicht gedenkbar und geschieht, ähnlich der Abnahme des Inhaltes der weiten *Havers*'schen Canälchen fötaler Knochen bei der Blätterbildung an den Wänden dieser Canälchen, durch eine allmähliche Aufsaugung ihres ebenfalls weichen und von vielen Säften durchzogenen Gewebes, ohne dass eine sehr ausgedehnte Zurückbildung ihrer Gefässe angenommen zu werden braucht.

Die Art und Weise der Bildung des Elfenbeines aus den Elfenbeinzellen scheint endlich durch die Untersuchungen von *Lent* ihrem Abschlusse nahe gediehen zu sein. Im Jahre 1852 entdeckte ich an den menschlichen Elfenbeinzellen fadige, in das junge Zahnbein sich erstreckende Ausläufer, die ich vermuthungsweise als Zahncanälchen, d. h. Zahnfasern deutete, doch gelang es mir damals nicht, diese Vermuthung zur Gewissheit zu erheben. Durch *Lent* ist diess geschehen, indem es ihm glückte, an sich entwickelnden, in Salzsäure bis zum Zerfallen erweichten Zähnen die fraglichen Zellen mit vollständigen Zahnfasern für sich darzustellen, und so glaube ich nun mit *Lent*, dass die Bildung des Zahnbeines in folgender Weise aufgefasst werden muss:

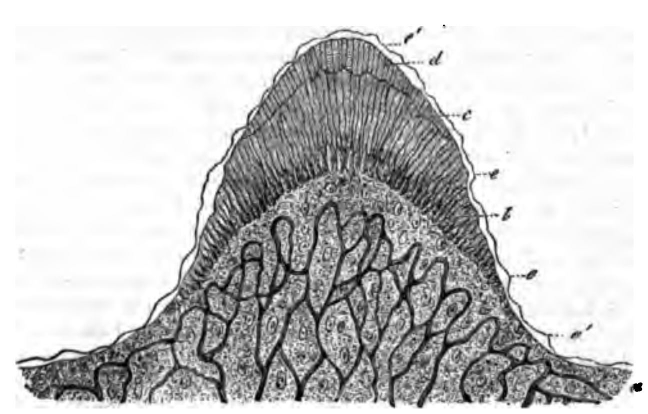


Fig. 267.

1) Die Zahnfasern sind unmittelbare Ausläufer der ganzen Elfenbeinzellen, welche Ausläufer je nachdem noch untergeordnete Zweigchen treiben und durch dieselben untereinander sich verbinden. Nach Allem, was man sieht, scheint in vielen Fällen eine einzige Zelle auszureichen, um eine ganze Zahnfaser oder wenigstens ein sehr grosses Stück einer solchen zu bilden. Ich schliesse diess daraus, weil man an sich bildenden Zahnfasern nie Spuren einer Entstehung derselben aus Zellenreihen, wie hintereinander liegende Anschwellungen oder Kerne, findet, ferner, weil man, wie ich schon früher angab (Mikr. Anat. Fig. 209), an den Elfenbeinzellen sehr häufig in einer reichlichen Wucherung ihrer Kerne die deutlichsten Zeichen eines sehr lebhaften Wachsthumes erkennt. Demzufolge nehme ich an, dass die Elfenbeinzellen, indem sie einerseits aus den Gefässen der Pulpa immer neuen Bildungsstoff aufnehmen und hierdurch in immer gleicher Grösse sich erhalten, auf der andern Seite durch ein lebhaftes Spitzenwachsthum immer längere verästelte Ausläufer, eben die Zahnfasern, hervorbringen. Uebrigens will ich nicht behaupten, dass in allen Fällen Eine Zelle in der Form, wie sie von Anfang an besteht, zur Erzeugung einer ganzen Zahnfaser ausreicht, weil auch eingeschnürte Elfenbeinzellen vorkommen (s. Fig. 268, die letzte Zelle rechts). In solchen Fällen wird vielleicht der ganze an das Elfenbein stossende Theil des Zellenkörpers nach und nach zur Verlängerung des Zahncanälchens aufgebraucht und verschwindet als solcher, während sein

Fig. 267. Durchschnitt der Spitze eines menschlichen fötalen Backzahnes, an dem die Bildung des Zahnbeins und des Schmelzes seit Kurzem begonnen hat. *a.* Zahnpulpe oder Zahnkeim mit den Gefässen, *b.* sogenannte Elfenbeinmembran, bestehend aus den Elfenbeinzellen, *c.* fertiges Elfenbein, *d.* fertiges Schmelz, *e.* hautartige Schicht, nach *Huxley Membrana praeformativa*, die nach Behandlung mit Essigsäure sich ablöst. Nach *Lent*.

gesaugt wird, und halte ich es selbst für gedenkbar, dass solche Abschnürungen beinzellen sich mehrmals wiederholen, doch bliebe auch so das Gesetz bestehen, e Elfenbeinzelle ein ganzes Zahncanälchen liefert, indem solche Abschnürungen hrer Mutterzelle sich lösen. Beachtung verdient, dass in gewissen Fällen Eine zelle **zwei-** oder **drei** Zahnbeinfasern zu treiben scheint, was ich aus Formen e, die an ihrem äussern Ende in mehrere Fasern auslaufen (Mikr. Anat. II. 2. , die ich beim Menschen gar nicht selten finde, und die auch *Robin* und *Magi*-reiben (*Journ. de la Phys.* III. Pl. V. fig. 8). Aus solchen Zellen lassen sich am ssigsten die gabelförmige Theilung der Zahnfasern (Zahncanälchen) erklären, doch auch möglich, dass diese so entstehen, dass tiefere Zellen der Elfenbeinmembran oberflächlichen verschmelzen. — Die feineren Ausläufer der Zahnfasern sind bei n Entstehung des Elfenbeins nicht vorhanden und müssen wie die der Knochen-secundäre Bildungen aufgefasst werden.

Die Grundsubstanz des Zahnbeins entsteht nicht aus den Elfen-len, sondern ist entweder eine Ausscheidung dieser Zellen oder hnpulpe, ähnlich einer llularsubstanz. Da die El-llen an ihrem äussern Ende un-in die Zahnfasern sich auszie-nicht, wie man früher annahm, hsen, dass die Zahnfasern nur e Theile derselben anzusehen) ist es unmöglich, das Zahn-ittelbar von denselben abzulei-ferner die Elfenbeinzellen dicht r liegen und noch keine substanz zwischen sich enthal-lbe vielmehr erst zwischen den nden Spitzen derselben auftritt, s auch nicht wohl an, dieselbe ar aus der Pulpa abzuleiten, t nichts anderes übrig, als an-, dass sie unter Vermittelung ıbeinzellen sich bilde. Man un daran denken, dieselbe in ie Beziehung zu den Zellen zu 'ie die Knorpelkapseln zu den Knorpel und annehmen, dass ıbeinzelle an ihrer auswachsen-ze durch Ausscheidung eine n leimgebender Substanz er-lche dann, indem sie ossificire, benachbarten Röhren ver-, so dass dann die Grundsubstanz einzig und allein aus diesen äussern Umhül-r Zahncanälchen gebildet wäre; ich muss jedoch bekennen, dass ich keine einzige e namhaft zu machen im Stande bin, die für diese Auffassung, welcher in etwas 'orm *Waldeyer* sich angenommen hat, indem er statt Ausscheidung durch die Umbildung eines Theiles ihres Protoplasmas in leimgebende Substanz« setzt, indem die Grundsubstanz auch bei ihrem allerersten Auftreten, eine durchaus ge Masse ist, nie eine Spur einer Zusammensetzung aus Röhren darbietet und h kein Mittel in solche zerfällt, und kann ich daher nicht anders, als die Grund-als eine durch alle Elfenbeinzellen gemeinsam gebildete Ausscheidung zu betrach-in keine besondere histiologische Beziehung zu den einzelnen Zellen und Zahn-tritt, für welche Annahme auch *Hertz* sich ausgesprochen hat. Es versteht

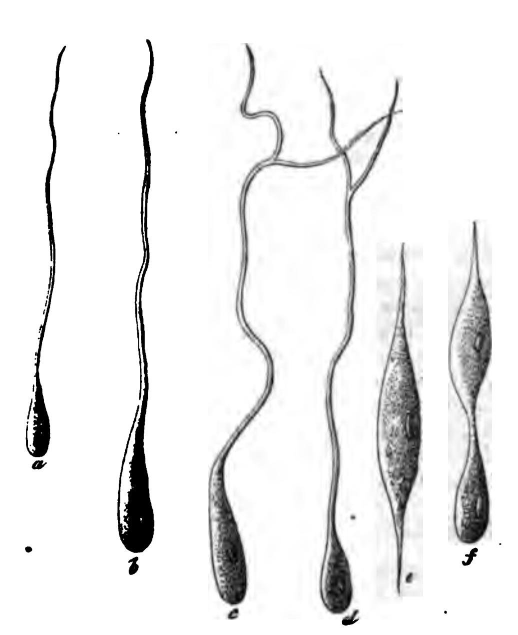


Fig. 268.

268. Elfenbeinzellen mit Fortsätzen, den sogenannten Zahnfasern: *a.* vom Men--*f.* vom Pferde, *c.* und *d.* mit Verästelungen, *e.* Zelle mit zwei Fortsätzen, *f.* zwei ne Zellen oder eine sich theilende Zelle. Nach *Lent.*

sich von selbst, dass auch für diese Bildung die Pulpa den Stoff liefert und die Zellen nur als Vermittler der Ausscheidung auftreten, etwa wie bei den Drüsen und Epithelien, doch wird man nicht umhin können, auch ihnen eine Rolle bei der Bildung derselben zuzuschreiben, die freilich vorläufig nicht näher zu bezeichnen ist. — Die Zahnscheiden *Neumann's* betrachte ich als secundäre Erhärtungen der die Zahnfasern zunächst umgebenden Grundsubstanz, und vergleiche sie mit den Knochenkapseln und den die *Havers*ischen Canäle begrenzenden Scheiden (s. §. 85).

Alles zusammengenommen ergibt sich, dass das Zahnbein einerseits in den Zahnfasern durch Umwandlung eines histiologischen Elementes der Pulpa, nämlich der Elfenbeinzellen, entsteht, während andererseits die Grundsubstanz desselben als Ausscheidung dieser Zellen und der Gefässe der Pulpa aufzufassen ist. Meine Auffassung steht somit in der Mitte zwischen der alten Excretionstheorie, nach der das ganze Zahnbein eine Ausscheidung der Pulpa ist, und der Umwandlungstheorie, welcher zufolge dasselbe einzig und allein aus gewissen histiologischen Elementen der Pulpa sich aufbaut. Dagegen muss ich die Ablagerungstheorie von *Huxley*, welche das Elfenbein ohne Betheiligung histiologischer Elemente in der Pulpa sich absetzen lässt, für ganz irrig erklären, mit einziger Ausnahme des Punctes, dass auch ich der Meinung bin, dass die Zahnbeinbildung unterhalb der *Membrana praeformativa* vor sich geht. — Uebrigens will ich noch bemerken, dass bei Thieren, vielleicht auch pathologisch beim Menschen, auch eine Verknöcherung der innern Theile der Pulpa vorzukommen scheint, denn es findet sich auch ein gefässhaltiges Elfenbein (*Vasodentine Owen*) nach *Tomes* selbst beim Menschen, und fehlt in den Zähnen gewisser Thiere die Pulpa ganz. In solchen Fällen ossificirt wohl die Pulpa einfach wie Bindegewebe, womit auch ganz gut stimmt, dass die *Vasodentine* gewöhnlichem Knochen viel ähnlicher ist als dem Elfenbein.

Bei der Verknöcherung des Zahnbeines findet, wenigstens beim Menschen, in das eben enstandene, histiologisch ausgebildete, aber noch wenig erhärtete Zahnbein, die Ablagerung von Kalksalzen häufig in der Weise statt, dass das Ganze aus getrennten Kugeln zu bestehen scheint. Diese Kugeln, die man sowohl an den ersten Zahnscherbchen als auch in späteren Zeiten sieht, am besten am Wurzelrande eines grösseren Zahnes, den man von der äusseren Seite betrachtet, verschwinden später, wenn die Zahnbildung regelrecht vor sich schreitet, indem sich auch zwischen sie Kalkerde ablagert, so dass das Zahnbein ganz gleichartig und heller wird; im entgegengesetzten Falle bleiben dieselben in grösserer oder geringerer Zahl stehen und enthalten die Räume zwischen ihnen, die nichts anderes als die oben berührten Interglobularräume sind, unvollständig verknöcherte Zahnsubstanz.

Die Cementbildung geht meinen Erfahrungen zufolge von dem Theile des Zahnsäckchens aus, der zwischen der Pulpa und dem Schmelzorgane sich befindet, und beginnt schon vor dem Durchbruche der Zähne, sobald die Wurzel sich anzulegen beginnt. Um diese Zeit verlängert sich das Zahnsäckchen in seinem unteren Theile, legt sich an die sich bildende Wurzel dicht an und entwickelt in gleicher Weise, wie das Periost beim Dickenwachsthume der Knochen, in seinen innersten Theilen aus seinen Elementen ein weiches Gewebe, das dann sofort ossificirt. Die ersten Spuren des Cementes, das mithin genau genommen ebensowenig durch Verknöcherung des Zahnsäckchens selbst sich bildet als die

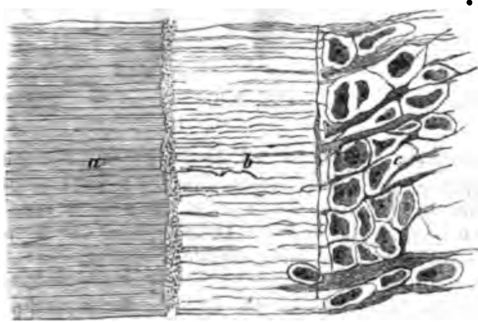


Fig. 269.

Fig. 269. Ein Theil eines Querschnittes durch die Wurzel eines schon durchgebrochenen Schneidezahnes einer jungen Katze. Vergr. 450. Nach einem Präparate von *Thiersch*, die Zeichnung von *Carl Genth*. *a*. Elfenbein, *b*. junges Cement mit Fasern in der Grundsubstanz und Einer Zelle, *c*. Periost der Alveole, faserige Bindesubstanz mit Zellen, die, ähnlich den gewöhnlichen Osteoblasten, am Cemente eine fest zusammenhängende Lage bilden.

Rindenschichten der Knochen durch Verknöcherung des Periostes, sah ich bei Neugeborenen in Form kleiner Scherbchen von länglicher oder rundlicher Gestalt, die am Elfenbeine der noch ganz kurzen Wurzel fest anhafteten und gerade so sich ausnahmen, wie sich bildende Knochensubstanz an Schädelknochen. Die kleinsten zeigten deutliche Knochenhöhlen und eine leicht gelbe Färbung, waren aber noch ganz weich und durchsichtig und gingen an den Rändern unmerklich in ein ganz helles, zellenführendes Gewebe über; an grösseren waren die Ränder ebenso, aber die Mitte schon dunkler und fester, und so fanden sich alle Uebergänge bis zu solchen, die schon wirklicher Knochen waren, ohne dass eine Ablagerung von Kalkkrümeln statt fand. Indem nun nach Maassgabe der Verlängerung der Wurzel immer neue solche Knochenscherbchen auftreten, fliessen dieselben allmählich, von oben nach unten, zu einer einzigen Lage zusammen, an die dann von aussen her immer auf dieselbe Weise noch so viel sich anlegt, als nöthig ist, um die ganze Dicke des Cementes zu erzeugen.

Ueber den feineren Bau des Gewebes, das beim Menschen den Cement liefert, habe ich keine neueren Untersuchungen. Bei Säugern ist derselbe aus kleineren Zellen und einer faserigen Grundsubstanz gebildet (Fig. 269), und stellt eine gegen das Zahnsäckchen und später gegen das Alveolarperiost nicht scharf abgegrenzte Lage dar, so dass man nicht mit Unrecht sagen könnte, dass die innersten Lagen des Zahnsäckchens unmittelbar zu Cement werden. Diese Lagen verknöchern nun übrigens so, dass bald nur eine zellenfreie innerste Schicht der Grundsubstanz Kalksalze aufnimmt, bald auch Zellen mit in die Verknöcherung hineinbezogen werden, und so entstehen denn die zwei bekannten Varietäten des Cementes. Die Fasern, die bei der Bildung des Cementes von der Grundsubstanz her in dasselbe hineingelangen und auch in zellenfreiem Cemente vorkommen können, scheinen wie *Sharpey*'sche Fasern bald verkalkt zu sein, bald nicht, in welch letzterem Falle sie an Schliffen als zahnröhrchenähnliche Bildungen erscheinen (s. Fig. 255).

In Betreff der Bildung des Schmelzoberhäutchens fehlen genauere Untersuchungen. Mir scheint es das naturgemässeste anzunehmen, dass nach beendeter Schmelzbildung die Schmelzzellen noch eine zusammenhängende Schicht als Bekleidung des Ganzen liefern, ein Vorgang, für den unter den Cuticularbildungen niederer Thiere zahlreiche Analogieen sich finden. Für die Annahme einer Bildung dieses Häutchens aus den vereinigten und verkalkenden zwei Epithellallagen des Schmelzorganes, die *Waldeyer* aufstellt, spricht keine einzige Thatsache, und hat wohl *W.* übersehen, dass das Schmelzoberhäutchen beim Menschen nur 0,9—1,8 μ misst.

Werfen wir zum Schlusse noch einen Blick auf die verschiedenen Gewebe des Zahnes und die Stellung derselben zu einander, so zeigt sich, dass dieselben, obschon in gewissen Beziehungen übereinstimmend, doch nicht in Eine Abtheilung zu bringen sind. Zahnbein und Cement stehen einander viel näher als dem Schmelze, und ist das Elfenbein einfach ein Knochengewebe, dessen Grundsubstanz reine Intercellularsubstanz ist, und dessen Zellen zu langen verästelten Fasern sich umgewandelt haben. Es kommen sich auch in manchen Fällen Cement oder Knochen und Zahnbein sehr nahe, dann nämlich, wenn einerseits letzteres von zahlreichen *Havers*ischen Canälen durchzogen ist (*Vasodentine*) und sternförmige Knochenzellen enthält (*Osteodentine*, Zähne von *Amia*), andererseits erstere entweder sehr in die Länge gezogene Zellen mit zahlreichen Ausläufern und ebenfalls Gefässcanäle besitzen oder neben spärlichen Zellen viele Zahnröhrchen führen (Knochen und Schuppen von *Ganoiden*), und wird es begreiflich, dass die Zahncanälchen häufig mit den Knochenzellen des Cementes sich verbinden. Auch in der Art und Weise des Wachsthumes stimmt das Elfenbein sehr mit dem Cemente und den Knochen überhaupt überein, und lässt sich die Pulpa dem Perioste und die Elfenbeinzellen der Lage von Osteoblasten an diesem vergleichen. Der Schmelz kann noch am besten als ein Zahnbein angesehen werden, das keine Röhrchen enthält, ähnlich dem, das in den äussersten Schichten der Fischzähne sich findet, und stimmt derselbe mit der Grundsubstanz des Zahnbeines wenigstens darin überein, dass er durch Ausscheidung von Zellen sich bildet. Kommen Canäle im Schmelze vor, so gleicht derselbe dem Zahnbeine beträchtlich, allein diese Canäle sind entweder Verlängerungen der Zahncanälchen in den Schmelz hinein (*Tomes*) oder durch Aufsaugung entstandene Höhlungen. Mit dem Cemente hat der Schmelz meist keine Aehnlichkeit, doch gibt es ein gleichartiges Cement mit Andeutungen einer Faserung, das wenigstens äusserlich dem Schmelze etwas ähnlich sieht. — Nimmt man auf die Bedeutung der Theile Rücksicht, von denen aus sich die verschiedenen Gewebe bilden, so ist das

Zahnbein, als in dem gefässreichen Theile der Mundmucosa entstehend, eine ächte Schleimhautbildung, der Schmelz ein Epithelialgebilde und das Cement eine von der Schleimhaut gelieferte Belegungssubstanz.

Zur Untersuchung der Zähne dienen feine Schliffe und in Salzsäure erweichte Präparate. Um erstere schön zu erhalten, ist es durchaus nöthig, nur junge und frische Zähne zu verwenden, da sonst namentlich der Schmelz abspringt. Man entnimmt mit einer feinen Säge einen beliebigen Längs- oder Querschnitt und schleift denselben erst auf einem gröberen, dann auf einem amerikanischen Schleifsteine so dünn als möglich; dann reinigt man den Schliff, polirt ihn zwischen zwei Glasplatten, bis seine Oberfläche möglichst glatt und glänzend ist, und zieht ihn noch mit Aether aus, um anhängende Unreinigkeiten zu entfernen. Ist derselbe gut polirt und getrocknet, so sind alle Zahnröhrchen und Knochenhöhlen mit Luft gefüllt und kann der Schliff ohne weitere Zusätze unter einem Glasplättchen, das mit einem dicken und leicht festwerdenden Firnisse fest gemacht wird, aufbewahrt werden. Solche polirte Schliffe sind allen anderen vorzuziehen, welche ihrer unebenen Oberfläche wegen mit verschiedenen Flüssigkeiten, wie Canadabalsam, Terpentinöl u. s. w. bedeckt werden müssen, um bei starken Vergrösserungen untersucht werden zu können. Es dringt nämlich fast immer etwas von diesen Flüssigkeiten in die Zahnröhrchen ein, und werden dieselben dann ganz hell und in ihren feineren Verästelungen undeutlich oder unsichtbar. Nur wenn ein Firniss recht dickflüssig ist, kann er noch dienen, sonst nicht. Beim Dünnschleifen von Zahnsegmenten kann man dieselben auch mit Canadabalsam auf ein Glasplättchen festkleben und so zuerst mit einer Seite auf einem Steine schleifen und poliren und dann, indem man den Schliff im erwärmten Balsame umwendet und wieder fest macht, auf der andern Seite. Wird der fertige Schliff mit Aether ausgezogen und getrocknet, so ist er ebenso schön wie ein nur in Wasser bereiteter. — Zwei mittlere senkrechte Schliffe von vorn nach hinten, und von rechts nach links, und Querschnitte durch die Wurzel und Krone genügen, um die wichtigsten Verhältnisse zu sehen, doch sollte man auch noch Schliffe haben, die die Oberfläche der Zahnhöhle und des Cementes und die des Schmelzes zeigen, ferner verschiedene schiefe Schnitte und auch Querschnitte durch die Anfänge der Röhrchen der Wurzeln für die Verbindungen ihrer Zweige. Der Zahnknorpel ist durch Erweichen in Salzsäure leicht darzustellen, nur dauert es je nach der Concentration der Säure und der Erneuerung derselben mehr oder weniger lang, in stärkerer Säure 3 — 4 Tage, in verdünnter 5 — 8. Will man einen ganzen Zahn so weich haben, dass die Fasern sich einzeln darstellen, so muss man ihn etwa acht Tage in starker Salzsäure liegen lassen; bei dünnen Schnitten von Zahnknorpel genügen hierzu 12 — 24 Stunden Behandlung mit Schwefel- und Salzsäure und einige Stunden mit verdünntem Natron und *Kali causticum*. Sehr lehrreich ist es auch, dünne Zahnschliffe in Säure zu erweichen und von Zeit zu Zeit, indem man sie auf untergeschobene Glasplättchen bringt, zu untersuchen, bis sie ganz zerfallen. — Schmelzprismen stellt man leicht an sich bildendem Schmelze dar, die Querlinien sieht man bei Betupfen mit Salzsäure am besten, die Querschnitte der Prismen auch an Längsschliffen in gewissen Schichten ziemlich gut. — Die erste Entwickelung untersucht man an Embryonen von 2, 3 – 4 Monaten mit der Lupe oder dem einfachen Mikroskope und auf Querschnitten der in Spiritus oder Chromsäure erhärteten Theile, den Bau des Zahnsäckchens und die Bildung der Zähne an solchen von 4, 5 und 6 Monaten und an Neugebornen, an frischen Stücken und, wenn man die Verhältnisse des Schmelzorganes kennen lernen will, auch an erhärteten Theilen, an denen auch der Bau des letzteren sich gut erhält. — Die Pulpa fertiger Zähne gewinnt man beim Zersprengen derselben in einem Schraubstocke, und ihre Nerven sieht man am besten bei Zusatz von verdünntem Natron.

Literatur der Zähne. *L. Fränkel*, *De penitiori dentium humanorum structura observationes*. Vratislav. 1835; *A. Retzius*, in *Müll.* Arch. 1837; *J. Tomes*, *A course of lectures on dental physiology and surgery*. London 1848; *R. Owen*, *Odontography*. London 1840 — 45. 1 Vol. mit Atlas von 150 Tafeln, und *Article Teeth*, in *Cyclopaedia of Anatomy*. IV. p. 864; *J. Czermák*, in Zeitschr. f. w. Zool. 1850. Bd. II. S. 295; *Arnold*, in der Salzburger med. Zeitung 1831. S. 236; *Raschkow*, *Meletemata circa dentium mammalium evolutionem*. Vratislav. 1835; *Goodsir*, in *Edinb. med. and surg. Journal* 1838. Nr. XXXI. 1. und Fr. N. Not. Nr. 199, 200, 202, 203; *Marcusen*, Ueber die Entwickelung der Zähne der Säugethiere, aus dem *Bulletin phys.-math.* VIII. Nr. 20. Petersburg 1850; *Huxley* in

uart. *Journal of microsc. scienc.* III. p. 149. X. p. 127 und XIX. 1857; *Lent*, in Zeitschr. w. Zool. VI. Heft 1; *A. Pander*, *De dentium structura.* Petrop. 1856. *Diss.; J. Tomes*, *Phil. Trans.* 1856. p. 515; in *Quart. Journal of microsc. scienc.* XIV. XV. 1856; *Hannover*, Die Entwickel. und der Bau des Säugethierzahnes. Breslau u. Bonn 1856 (aus den ov. Act. Ac. Nat. Cur.); *H. J. Halbertsma*, *Bijdrage tot de ziektekundige ontleedkunde r tanden.* Amsterd. 1856; *S. J. A. Salter*, im *Micr. Journal* 1. p. 152; in *Guy's hospital vorts.* 3. Ser. Vol. I.; in *Trans. of the Pathol. Society* 1854 u. 1855; *E. Magitot*, *Études le développement et la structure des dents humaines.* Paris 1858, und *Compt. rend.* 1860. . Févr.; *N. Guillot*, in *Annal. d. sc. natur.* 2. Sér. T. IX. p. 277; *G. Rainey*, in uart. *Journal of microsc. scienc.* 1859. p. 212; *Jolly*, in *Annal. de sc. natur.* T. XI. 1859. 151; *Robin et Magitot*, in *Journ. de la phys.* III. p. 1, 300, 663. IV. 60; *Gaz. méd.* 60. Nr. 12, 16, 22; 1861. Nr. 2; *Fürstenberg*, in *Müll.* Arch. 1857. I.; *Hoppe*, *Virch.* Arch. XXIV. St. 13; *Kölliker*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XII. S. 455; *E. Neumann*, Zur Kenntniss d. Zahn- und Knochengewebes. Leipzig 1863; *G. Waldeyer*, *De ntium evolutione.* Wratisl. 1864; Unters. u. d. erste Entw. d. Zähne. 1. Abth. Danzig 64; ders. Arbeit 2. Abth. in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 24. S. 169; *H. Hertz*, in *Virch.* ch. Bd. 37. St. 272. — Die mikroskopische Anatomie der Zähne der Thiere det sich abgehandelt bei *Owen* und *Retzius*, dann bei *Erdl*, in den Abh. d. Königl. yer. Akad. Bd. III. Abth. 2; *Tomes*, in den *Philos. Transactions*, 1849, 50. (*Marsulia* und *Rodentia*); *Agassiz*, in den *Poissons fossiles; Henle* u. *J. Müller*, Systemat. schreibung der Plagiostomen. 1838.

III. Von den Schlingorganen.

1. Schlundkopf (Pharynx).

§. 141.

Mit dem Schlundkopfe, *Pharynx*, beginnt der Darm selbständiger zu rden und eine besondere Lage quergestreifter Muskeln, die *Constrictores* und *Levaes*, anzunehmen, die jedoch noch nicht rings um denselben herumgeht und auch ch grösstentheils von Knochen entspringt. Die Dicke der Wände des *Pharynx* von 5 mm im Mittel beruht einem guten Theile nach auf dieser Muskelschicht, die aussen n einer straffen Faserhaut aus Bindegewebe und elastischen Fasern umhüllt wird, d innen durch eine Schicht von Unterschleimhautgewebe von der Schleimhaut h scheidet. Diese letztere ist blasser als die der Mundhöhle, und in der obern und tern Hälfte des *Pharynx* in ihrem Baue ziemlich verschieden. An letzterem Orte, h. unterhalb der *Arcus pharyngo-palatini* oder in der Gegend, durch welche die eisen treten, besitzt dieselbe ein Pflasterepithelium von demselben Baue und r nämlichen Dicke wie die Wandungen der Mundhöhle, oberhalb derselben dagegen, thin an der hintern Fläche des weichen Gaumens vom scharfen Rande desselben an, der obern Seite des Zäpfchens, im Umkreise der Choanen und Ohrtrompeten und i Rachengewölbe, ein Flimmerepithelium mit denselben Eigenschaften, wie in r Nasenhöhle und dem Kehlkopfe, auf dessen später folgende Beschreibung veresen wird. In diesem obern oder respiratorischen Abschnitte ist die Schleimut auch röther, dicker und drüsenreicher als im untern, sonst aber so ziemlich eich gebaut, mit der einzigen Ausnahme, dass hier keine Papillen sich finden, lche jedoch auch in dem untern Abschnitte stellenweise sehr unentwickelt und ürlich sind und selbst ganz zu fehlen scheinen. Verglichen mit der Mundhöhle, de ich in der Mucosa des *Pharynx* viel mehr und stärkeres elastisches Gewebe, das den tiefern Lagen zusammenhängende, sehr dichte elastische Häute bildet.

Von Drüsen enthält der *Pharynx* zweierlei: einmal gewöhnliche traubenförmige hleimdrüschen (s. oben §. 130) und zweitens Balgdrüsen. Die ersten von

0,7—2,2 mm Grösse und mit deutlichen Mündungen finden sich besonders im obern Theile des *Pharynx*, wo sie an der hintern Wand, in der Nähe der *Ostia pharyngea* der *Tubae Eustachii* und an der hintern Fläche des *Velum* eine ganz zusammenhängende Schicht bilden, weiter unten um so spärlicher, je näher man der Speiseröhre kommt. — Balgdrüsen, und zwar einfache sowohl als auch zusammengesetzte, analog den Tonsillen, bietet das Schlundkopfgewölbe dar. Ich finde da, wo die Schleimhaut fest an die Schädelbasis befestigt ist, beständig eine bis zu 9 mm dicke und von einer Tubaöffnung bis zur andern sich erstreckende Drüsenmasse, die, abgesehen davon, dass die Grössenverhältnisse meist geringer sind, im Wesentlichen ganz den Bau der Tonsillen zeigt (s. §. 132). Ausser dieser Drüsenmasse, die ich die Balgdrüse des Schlundes nennen will und die auch *Lacauchie* gesehen zu haben scheint (*Traité d'hydrotomie*. 1853. Tab. II. Fig. 10), deren grösste Einsackungen in der Mitte der Decke des *Pharynx* und in den *Recessus* hinter den Tubenöffnungen sich finden, und die bei alten Leuten häufig erweiterte, mit eiterähnlichen Massen gefüllte Höhlungen zeigt, während sie bei Kindern und Neugebornen meist ebenso hyperämisch ist, wie die Tonsillen, kommen rings um die Mündungen der Tuben und auf denselben, ferner gegen die Choanen zu, an der hintern Seite des Gaumensegels und an den Seitenwänden des Schlundkopfes bis in die Höhe der *Epiglottis* und des Kehlkopfeinganges mehr oder minder zahlreich kleinere und grössere Bälge vor, die denselben Bau wie die einfachen Bälge der Zungenwurzel haben.

Die Schleimhaut des *Pharynx* ist reich an Blut- und Lymphgefässen. Die ersten bilden oberflächlich ein mehr langgestrecktes Maschennetz, steigen aber auch als kurze Schlingen in die unentwickelten Papillen hinein. Die Nerven sind sehr zahlreich, bilden oberflächliche und tiefere Netze, erstere mit feinen hie und da sich theilenden Fasern von 2—3 μ, deren letzte Endigung nach den neuesten Untersuchungen von *Billroth* (l. i. c.) beim Kinde und bei Amphibien ein Netz blasser Fasern, von derselben Art, wie ich es aus der Haut der Maus beschrieb, darstellt, eine Beobachtung, die ich für den Frosch bestätigen kann. Bei Schildkröten sah *Billroth* in diesem Netze auch Ganglienzellen eingestreut, und *Remak* fand schon vor Jahren im *Plexus pharyngeus* wirkliche Ganglien.

2. Speiseröhre.

§. 142.

Die 3,3—4 mm dicken Wände der Speiseröhre, *Oesophagus*, bestehen zu äusserst aus einer bindegewebigen Faserhaut mit ausgezeichnet schönen elastischen Fasern. Dann folgt eine 0,5—2,2 mm dicke Muskelhaut mit einer äusseren 1 mm dicken Längsfaserschicht und einer inneren Ringfaserhaut von 0,5—0,6 mm, die, beide dicht aneinander gelegen, vom *Pharynx*, wo die Längsfasern mit zwei Bündeln aus dem sehnigen Ende des *Levator pharyngis internus* und mit einem dritten vom Ringknorpel aus sich entwickeln, bis zum Magen sich erstrecken, in dessen Muskeln sie sich zum Theil fortsetzen. Am obern Viertheile der Speiseröhre bis zum Eintritte in den Thorax sind diese Muskeln nur quergestreift und bilden deutliche hie und da zusammenhängende Bündel von 90—540 μ. Weiter unten treten, und zwar zuerst in der Ringfaserschicht und dann auch unter den Längsfasern, glatte Muskelfasern von demselben Baue wie beim Darme (siehe unten) auf, die an Menge immer mehr zunehmen, bis schliesslich an den zwei unteren Viertheilen ungemein vorwiegend glatte Musculatur sich findet. Einzelne quergestreifte Fasern finden sich jedoch nach *Ficinus* bis zur *Cardia*, eine Angabe, die *Welcker* und *Schweigger-Seidel* an vier Speiseröhren nicht bestätigt fanden. Nach *Treitz* beginnen die glatten Längsfasern mit elastischen Fasern, die zwischen die quer-

;en Bündel sich einschieben; viele Längsbündel zweigen sich auch von der
ı Oberfläche der Speiseröhre ab und verlieren sich theils an den elastischen
der äusseren Hülle, theils an benachbar-
;anen, wie namentlich an der hintern
ier *Trachea*, am linken *Mediastinum* (*M.
oesophageus Hyrtl*), an der *Aorta*, am
Bronchus (*M. broncho-oesophageus Hyrtl*).
rst folgt, durch eine weisse, nachgiebige
on submucösem Bindegewebe (*Tunica*
der Aelteren) von der Muskelhaut ge-
ı, die blassröthliche, nach unten weiss-
hleimhaut. Von der Gesammtdicke der-
on 0,8 — 1 mm kommen 0,22 — 0,26 mm
geschichtetes Pflasterepithelium,
selben Bau zeigt, wie in der Mundhöhle.
gentliche Schleimhaut, im Mittel von
n, besitzt zahlreiche, kegelförmige Pa-
von 90 — 110 μ Länge und besteht aus
lichem Bindegewebe mit feineren elasti-
'asern, in dem jedoch, wie ich gefunden
eine grosse Menge von längsziehenden
n Muskelbündeln und ausserdem
vereinzelte Gruppen von gewöhnlichen
en und kleine, traubenförmige
mdrüschen zu treffen sind. Nach
ist die *Muscularis mucosae* 0,2 — 0,3 mm
ıd bildet eine besondere Lage an der in-
Grenze der Mucosa.

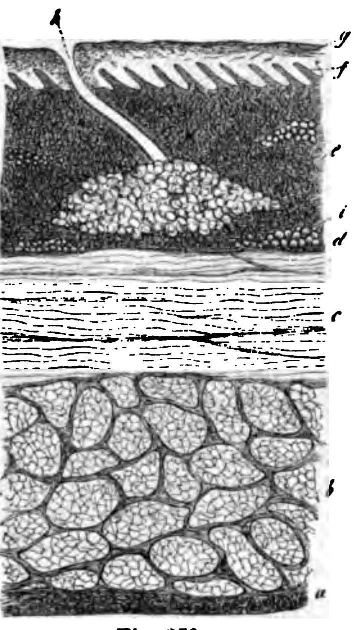


Fig. 270.

ı Gefässen und Saugadern ist die Speiseröhre mässig reich, und bilden
:eren in den Papillen einfache Schlingen und am Grunde derselben ein mässig
Capillarnetz wie im *Pharynx*. Ner-
eht man auch in der Schleimhaut
enschen in bedeutender Anzahl mit
Fasern von 2,6 — 3,3 μ, ohne im
zu sein, ihre Endigungen zu verfol-
Dagegen ist es mir beim Frosche ge-
in der *Mucosa*, dieselben Netze
, kernhaltiger feinster Nervenfasern
weisen, wie im Schlunde. In der
ıaut finden sich bei diesem Thiere
e feinste Nervenfasern, welche mit
:n Theilungen über grosse Bezirke
rbreiten und schliesslich frei enden,
jede Endfaser viele Faserzellen ver-
Würzb. nat. Zeitschr. Bd. 3. St. 4). Nach **Remak** finden sich auch an den
öhrennerven Ganglien.

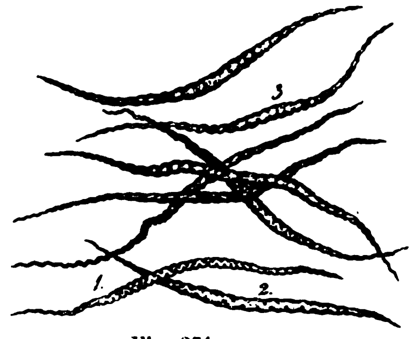


Fig. 271.

'. 270. Querschnitt der Speiseröhre des Menschen, aus der Mitte. Vergr. 50. *a*. Faser-
. Längsmuskeln, *c*. Quermuskeln, *d*. *Tunica nervea*, *e*. Längsmuskeln der Mucosa,
len, *g*. Epithel, *h*. Mündung einer Schleimdrüse, *i*. Fettträubchen.

g. 271. Musculöse Faserzellen aus der *Oesophagus*-Schleimhaut des Schweines nach
lung mit Salpetersäure von 20 Proc., 150mal vergr.

In der Speiseröhre der Gans finden sich nach *Thiersch*'s Entdeckung zahlreiche solitäre Follikel, die alle gut abgegrenzt zu sein scheinen.

Literatur: *C. Th. Tourtual*, Neue Untersuchungen über den Bau des menschlichen Schlund- und Kehlkopfes. Leipzig 1846; *A. v. Szontágh*, in den Sitzungsb. der Wien. Akad. März 1856; *H. Welcker* und *Schweigger-Seidel*, in *Virch.* Arch. XXI. 455; *Henle*, *Splanchnologie*.

IV. Vom Darme im engern Sinne.

§. 143.

Die zum Darme im eigentlichen Sinne gehörenden Theile sind die am freiesten gelagerten des ganzen *Tractus* und fast alle durch besondere Bänder, die Gekröse, *Mesenteria*, in der grossen, vom Bauchfelle ausgekleideten Bauchhöhle befestigt. Ihre Wände bestehen, mit Ausnahme eines kleinen Theiles des Mastdarmes, überall aus drei Häuten, einer *Serosa*, dem *Peritonaeum*, einer *Muscularis* mit zwei, selbst drei Lagen und einer *Mucosa*, und enthalten in der letztern eine ungemeine Zahl von drüsigen Gebilden, die in drei Gruppen, traubenförmige Schleimdrüsen, Schlauchdrüsen und geschlossene Bälge, zerfallen.

§. 144.

Das Bauchfell, *Peritonaeum*, ist in seinem äussern oder parietalen Blatte bedeutend dicker und fester als in seinem innern oder visceralen (hier 45—67 μ, dort 90—130 μ), zeigt jedoch an beiden Orten im Wesentlichen denselben Bau, und besteht vorzüglich aus Bindegewebe mit deutlichen, verschiedentlich sich kreuzenden Bündeln und zahlreichen Netzen elastischer Fasern, die im parietalen Blatte stärker sind. Ein subseröses, lockeres Bindegewebe mit mehr oder weniger Fett verbindet das Bauchfell mit andern Organen oder, wie in den Gekrösen, einzelne Blätter desselben untereinander, ist jedoch unter dem visceralen Blatte, mit Ausnahme gewisser Stellen (*Colon*, *Appendices epiploicae*), sehr wenig entwickelt oder selbst gar nicht nachzuweisen, wie in gewissen Bauchfellbändern. Die freie Fläche beider Bauchfellblätter wird von einem einfachen Pflasterepithelium überzogen, dessen leicht abgeplattete, vieleckige, kernhaltige Zellen 22 μ im Mittel betragen und so fest zusammengefügt sind, dass die freie Fläche der *Serosa* vollkommen glatt und wegen ihres stets leicht feuchten Zustandes auch glänzend erscheint.

Das Bauchfell enthält auch beim Menschen wie bei Thieren (s. S. 87) Züge glatter Muskeln, doch beschränken sich diese, so viel man weiss, fast ausschliesslich auf die weiblichen Geschlechtsorgane (s. unten) und sind sonst nur gesehen in der *Plica ileo-coecalis* (*Luschka*).

Die Blutgefässe des *Peritonaeum* sind im Allgemeinen spärlich und noch am zahlreichsten in den Netzen und im visceralen Blatte, ferner im subserösen Gewebe. Auch Lymphgefässe kommen in einer gewissen Anzahl vor und münden am *Diaphragma* durch eigenthümliche Spaltöffnungen (siehe unten beim Lymphgefässsysteme) in die Höhle des serösen Sackes aus (*v. Recklinghausen*). Am Darme finden sich nach *Auerbach* in der serösen Bekleidung nur an einer 0,5—1 mm breiten Stelle am Mesenterialrande Lymphgefässe, die als ein Zwischengebiet zwischen den Gefässen des *Mesenterium* und denen des Darmes anzusehen sind. Wenig zahlreich sind auch die Nerven, die vorzüglich im Netze, den Gekrösen, am Zwerchfelle, in den Milz- und in den Leberbändern, an den letzten Orten vom *Plexus* her (*Luschka*), im Begleite der Arterien, sich nachweisen liessen.

§. 145.

Muskelhaut des Darmes. Alle Theile des *Tractus* vom Magen bis zum [as]tdarme besitzen eine besondere *Muscularis*, die jedoch nicht überall gleich sich erhält.

Am Magen ist die Muskelhaut nicht überall von gleicher Dicke, und zwar am [F]*undus* ganz dünn (0,5—0,7 mm), in der Mitte ungefähr 1 mm, in der *Regio pylo*[ri]*ca* endlich 1,6 mm, selbst 2,2 mm [d]ick. Sie besteht aus drei, jedoch nicht [vo]llständigen Schichten: 1) Längs[f]asern zu äusserst, einmal als Ausstrahlung eines Theiles der Längs[fa]sern des *Oesophagus*, von dem aus [di]e an der kleinen Curvatur bis zum [P]*ylorus* sich erstrecken, während die [an]dern an der vordern und hintern [M]agenwand und an der obern Seite [de]s *Fundus* frei auslaufen, dann auch [a]ls selbständige Fasern an der rechten [M]agenhälfte, von wo sie straff ausgespannt auf das *Duodenum* übergehen; 2) Ringmuskeln von der [re]chten Seite der *Cardia* an bis zum [P]*ylorus*, und hier am stärksten, wo [si]e den sogenannten *Sphincter pylori* [b]ilden; 3) schiefe Fasern zu innerst (Fig. 272), die zusammenhängend mit be[so]nderen Ringmuskeln am *Fundus* denselben schleifenförmig umfassen und an der [vo]rdern und hintern Magenwand schief gegen die *Curvatura major* verlaufen, wo sie [zu]m Theil mit elastischen Sehnen (Treitz) an die Aussenseite der Schleimhaut sich [an]setzen, zum Theil untereinander zusammenhängen (siehe auch die guten Abbil[du]ngen in *Beau* und *Bonamy* III. Pl. 14).

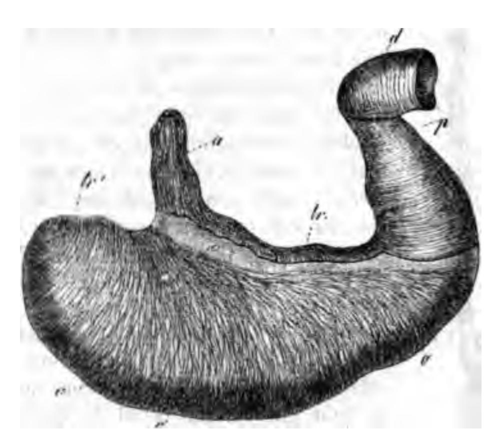


Fig. 272.

An den dünnen Gedärmen ist die Muskelhaut am *Duodenum* und den obern [T]heilen etwas dicker als an den untern, im Allgemeinen von 0,3 — 0,5 mm, und [nu]r aus Längs- und Querfasern zusammengesetzt. Die ersten sind immer schwächer [un]d bilden auch keine vollständige Schicht, indem sie am Gekrösrande sehr spärlich [si]nd oder gänzlich fehlen, am freien Rande sind sie gewöhnlich am deutlichsten, doch [g]ehen sie auch hier leicht mit der *Serosa* sich ab, so dass die zweite Schicht ent[b]lösst wird. Diese ist vollständig, geht in die *Valvula Bauhini*, aber nicht in die [K]*erkring*'schen Falten ein, und besteht aus ringförmigen Bündeln, die nicht selten [un]ter sehr spitzen Winkeln zusammenhängen. Der *Musc. suspensorius duodeni* (*Treitz*) ist ein bis 4 Cm langer, etwa 2,7 Cm breiter und 2,2 mm dicker glatter [M]uskel, welcher vom obern Rande des letzten Endes des *Duodenum* entspringt und [m]it elastischen Sehnen an dem dichten Bindegewebe sich verliert, welches die *Art.* [co]*eliaca* umgibt, und auch mit Ausläufern der innern Schenkel des Zwerchfells zu[sa]mmenhängt (l. i. c. Tab. II.).

Am Dickdarme sind die Längsfasern wesentlich auf die drei *Ligamenta coli* [be]schränkt, die am *Coecum* beginnen und an dem *S romanum* in zwei rechts und [lin]ks gelegene Bündel zusammenfliessen, die, verbunden mit besondern selbständigen

Fig. 272. Magen des Menschen, verkleinert. *a. Oesophagus* mit den Längsfasern. [b.] Querfasern (zweite Lage) grösstentheils abpräparirt, *tr'.* Querfasern am *Fundus*, *o. Fi*[br]*ae obliquae*, *p. Pylorus*, *d. Duodenum.*

Fasern, die Längsmuskelschicht des Mastdarmes bilden, doch kommen nach *Henle* auch zwischen den drei *Ligamenta* schwache Längsmuskelzüge vor. Unter den Längsmuskeln liegt eine zusammenhängende Ringfaserlage, dünner als am Dünndarme und besonders in den unter dem Namen *Plicae sigmoideae* bekannten Falten entwickelt.

Der Mastdarm hat eine 2,2 mm und darüber dicke Muskellage, an der die stärkeren Längsfasern aussen, die Ringfasern innen liegen. Das letzte etwas dickere Ende der Ringfasern ist der *Sphincter ani internus*, mit dem dann der quergestreifte *Sphincter externus* und *Levator ani* sich verbinden. Die Längsfasern enden nach *Treitz* mit elastischen Sehnen, welche theils an die Beckenbinde sich ansetzen, theils den *Sphincter ani externus* durchbohren und im subcutanen Bindegewebe der *Anus*gegend sich verlieren. Nichts destoweniger ist die Längsmuskelschicht unterhalb der Beckenbinde stärker, was nach *Treitz* daher rührt, dass von dieser Binde, dann vom *Levator* und vom Steissbeine (*M. recto-coccygeus Treitz*) auch neue solche Fasern entspringen, von denen auch einige dem innern Ringmuskel sich beimengen. Den sogenannten *Nelaton*'schen *Sphincter superior* läugnen *Treitz* und *Kohlrausch*.

Mit Bezug auf ihren feineren Bau gehören alle Muskeln des eigentlichen Darmes zu den sogenannten glatten oder ungestreiften (vegetativen, organischen) Muskeln (siehe §. 29), deren Elemente 0,13—0,5 mm messen (im Magen fand *Snellen* [*Ned. Lanc.* 5. Jaarg. p. 309] die Muskelfasern 0,35—0,55 mm lang, *Moleschott* im Darme von 0,15—0,5 mm), und Kerne von 13—27 μ Länge, 2,2—6 μ Breite besitzen, die nach *Lehmann* an in Wasser erweichten Muskeln nicht sichtbar sind, nach *Henle* auch bei beginnender Fäulniss spurlos verschwinden, was ich dadurch erkläre, dass diese Kerne äusserst leicht aus den Faserzellen heraustreten, so dass man sie immer in Menge neben denselben frei findet. — Viele der Faserzellen besitzen knotige Anschwellungen, manchmal auch zickzackförmige Biegungen, die das, namentlich an Spirituspräparaten so häufige, quergebänderte Ansehen der ganzen Bündel solcher Muskeln bewirken.

Fig. 273.

Die Blutgefässe dieser glatten Muskeln sind sehr zahlreich und bilden ihre 6,7—9 μ breiten Capillaren ein hübsch ausgeprägtes Netz mit rechteckigen Maschen. Auch Lymphgefässe sind in neuester Zeit von *L. Auerbach* in der Muskelhaut aufgefunden worden. Dieselben bilden mit »interfascicularen Capillaren« (*Auerbach*) von 12—20 μ in der Längsmuskelschicht ge-

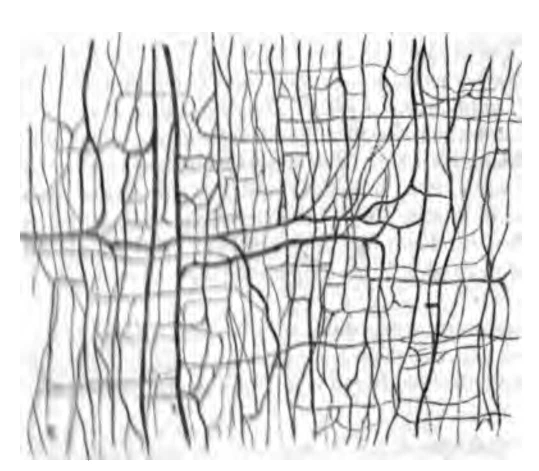


Fig. 274.

Fig. 273. Musculöse Faserzelle aus dem Dünndarme des Menschen.

Fig. 274. Blutgefässe der glatten Muskeln des Darmes. Nach einer *Gerlach*'schen Injection. Vgr. 45.

hnlich nur Eine und der Quermuskellage mehrere Lagen von netzförmig verbunıen Canälen und münden in ein zwischen beiden Muskellagen befindliches Netz von iberen Gefässen (interlaminares Netz *A.*), lches am angewachsenen Darmrande Abzugsıäle an das *Mesenterium* abgibt. Die Nerı des Darmes anlangend, so hat ebenfalls *Auerbach* die sehr wichtige Entdeckung nacht, dass die *Muscularis* des ganzen rmes vom Pförtner an abwärts ein sehr ches Nervengeflecht mit vielen mioskopischen Ganglien enthält. Dieser enannte *Plexus myentericus* (*Auerbach*) t zwischen der Längs- und Querfaserıcht der Muskelhaut und sendet eine Menge ıer Aestchen an die beiden Lagen derselben, hrend seine gröberen Zweige in die Nerven Schleimhaut sich fortsetzen, von denen der hste Paragraph handeln wird.



Fig. 275.

Das *Auerbach*'sche Gangliengeflecht eine der wunderbarsten Bildungen im Gebiete an merkwürdigen Formen so reichen Nerventems, und verdient dieser schöne Fund alles). Ich habe bald nach dem Erhalten der vorfigen Mittheilung von *Auerbach* den Darm Menschen auf dieses Geflecht untersucht und les von diesem Forscher Angegebene ıtätigt gefunden. Nebenstehende Fig. 275 zeigt einen Theil des Geflechtes eines des und enthebt mich einer weitern Beschreibung der gröberen Verhältnisse, die trotz r Mannichfaltigkeit doch etwas Bezeichnendes und Gleichbleibendes darbieten, was die ɔildung naturgetreu wiedergibt. Sonderbar und meines Wissens nirgends in dieser ise vorhanden ist die Plexusbildung sowohl in den Ganglien des Geflechtes als den verbindenden stärkeren Stämmchen. Da die sich verflechtenden Ganglienmassen und venfaserbündelchen alle ganz platt sind, wie *A.* richtig bemerkt, so erscheinen natürlich glien und Nervenstämme wirklich durchlöchert, in der Art jedoch, dass in den ersteren Löcher sehr verschieden gross und mehr rundlich, in letztern dagegen mehr gleichartig in die Länge gezogen sind. Bezüglich auf den feineren Bau des Geflechtes, so glaube wie *Auerbach*, eine sehr reichliche Entstehung von Nervenfasern in demselben anmen zu müssen, auch habe ich von dem Vorkommen unipolarer Zellen mich bestimmt rzeugt, ohne jedoch das Vorkommen von Zellen mit mehr als einem Fortsatze läugnen können, da die Erforschung des genauen Verhaltens der Zellen hier grössere Hindere bietet, als an andern Orten. Die die Ganglien verbindenden Stämmchen sind häufig glienzellenhaltig, so dass sie oft wirklich lange, schmale Ganglien bilden, meist ragen ıch die Zellen nur mehr weniger weit in die Anfänge derselben hinein, und bestehen elben im weitern Verlaufe aus blassen Nervenfasern. Diese scheinen, wie *Auerbach* det, auf den ersten Blick 4,5—6,7 μ breit zu sein, ich glaube mich jedoch übergt zu haben, dass dieselben Bündel ganz feiner Fäserchen sind, von denen je ein ıdel aus einer Zelle entspringt. In den Nervenstämmchen und Ganglien bemerkt man ıerdem viele länglichrunde und spindelförmige Kerne, die jedoch die meisten, vielleicht kleinen Spindelzellen angehören und mit etwas gleichartiger Bindesubstanz ein Um-

Fig. 275. Ein Theil des *Auerbach*'schen Ganglienplexus von einem Kinde, 30mal gr. Es sind drei durchlöcherte grosse Ganglienmassen dargestellt nebst einer gewissen l verbindender Nervenfäden, von denen die zwei stärksten auch zahlreiche Lücken itzen.

hüllungsgewebe für die einzelnen grösseren und kleineren Abtheilungen des Geflechtes darstellen. Feine Ausläufer des Geflechtes von 2,2—4,5 μ Breite sieht man an vielen Orten zwischen den Muskelfasern sich verlieren, und wenn es mir auch noch nicht gelungen ist, ihre Verbreitung so zu verfolgen, wie in den Schlundmuskeln des Frosches (s. §. 141), so zweifle ich doch nicht, dass ihr Verhalten dasselbe sein wird.

§. 146.

Schleimhaut des Darmes. Die Schleimhaut des Darmes besteht vom Magen an abwärts überall aus mehreren Schichten, und zwar 1) aus dem Unterschleimhautgewebe, *Tunica submucosa s. nervea*, 2) der Muskellage der Schleimhaut, *Muscularis mucosae*, 3) der Schleimhaut im engeren Sinne und 4) dem Epithel.

Die *Tunica submucosa* besteht noch aus gewöhnlichem Bindegewebe mit ziemlich zahlreichen feinen elastischen Fasern, und enthält ausserdem eine bedeutende Menge von meist spindel- und sternförmigen, seltener rundlichen Bindesubstanzzellen, und da und dort kleine Häufchen von Fettzellen. In der eigentlichen Schleimhaut macht dieses Gewebe einer gleichartigen Bindesubstanz ohne elastische Elemente Platz, in welcher von Formelementen, abgesehen von Muskeln, Nerven und Gefässen, nichts als Netze von Bindesubstanzzellen und in den Lücken derselben eine bald grössere, bald geringere Zahl von rundlichen Lymphkörperchen ähnlichen Zellen sich erkennen lassen, so dass mithin das Gewebe mehr weniger bestimmt der von mir sogenannten netzförmigen oder cytogenen Bindesubstanz sich anreiht. Ganz nach innen, d. h. gegen das Epithel zu, verdichtet sich das Gewebe der Schleimhaut zu einer hautartigen Lage, welche bald ununterbrochen, bald wie an den Darmzotten gewisser Geschöpfe (siehe unten), von kleinen Lücken durchsetzt ist, und ebenso wenig als eine besondere Haut angesehen werden kann, wie die entsprechende Begrenzungshaut der Follikel des Darmes, der Milz u. s. w.

Die *Muscularis mucosae*, von *Brücke* zuerst genauer beschrieben, besteht stellenweise aus zwei Lagen, an andern Orten nur aus Einer und dann der Länge nach verlaufenden Schicht, und zeigt überall spindelförmige einkernige Zellen von wesentlich derselben Beschaffenheit wie in der Muskelhaut. Abgesehen von dieser Lage besitzt jedoch auch die eigentliche Schleimhaut glatte Muskelfasern, die selbst bis in die freien Erhebungen derselben oder die Zotten hineinragen können.

Das Epithel ist im ganzen Darme von der *Cardia* an ein einschichtiges Cylinderepithel von etwa 22 μ Dicke, dessen Zellen durch ihren Gehalt an Mucin sich auszeichnen und die Hauptquellen der schleimigen Absonderung des Darmes sind.

Von den übrigen Bestandtheilen der Schleimhaut sitzen die kleineren schlauchförmigen Drüsen überall in der eigentlichen Schleimhaut über der *Muscularis mucosae*. Im submucösen Gewebe dagegen liegen einmal die traubenförmigen Drüsen, wo sie vorkommen, und dann auch die solitären und haufenweise beisammenliegenden Follikel, deren Spitzen jedoch häufig bis unter das Epithel hervorragen. — An Gefässen der beiderlei Arten ist die Schleimhaut des Darmes sehr reich, und was die Nerven anlangt, so hat im Jahre 1857 *Meissner* die schöne Entdeckung gemacht, dass die ganze *Submucosa* der Säugethiere und des Menschen vom Magen an abwärts einen reichen Nervenplexus mit vielen Ganglien enthält, eine Beobachtung, die seither von *Billroth* und dann trotz anfänglichen Widerspruches von Seiten *Reichert*'s und *Hoyer*'s gegen *Billroth*'s Angaben auch von *Remak*, *Manz*, *W. Krause*, *Kollmann*, *Breiter* und *Frey* bestätigt wurde. Für weitere Einzelnheiten verweise ich auf die betreffenden Abhandlungen und bemerke hier nur Folgendes. Der *Meissner*'sche Plexus, obschon die Fortsetzung des *Auerbach*'schen Plexus, ist doch im gröbern anatomischen Verhalten in sofern verschieden, als in demselben, wie es scheint, nur

Nerven, und keine siebförmig durchbrochenen Bildungen vor-
n und Nervenstämmchen hier erheblich feiner. Dagegen
ng-

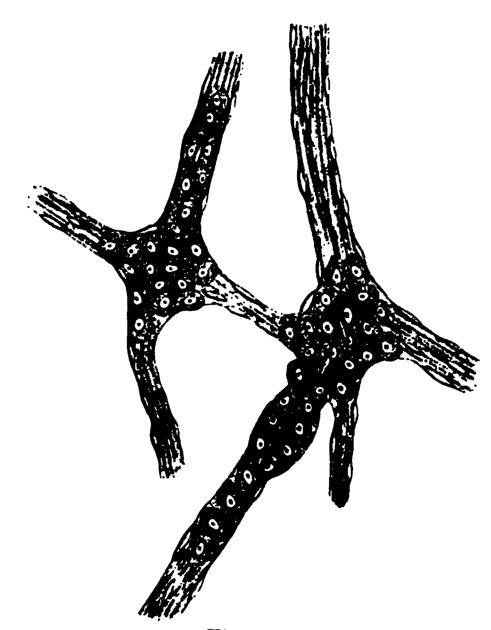


Fig. 276.

h
iner
: iber-
:er dieses
nz für die
:mmt zu sein,
auch einzelne
chleimhaut selbst
r mir bis jetzt noch
zu Gesicht gekommen
Frosche sehe ich in
des Dünndarmes ein
blasser, feinster,
weise kernhaltiger
hen, von derselben Art, wie
auch in der Mundschleim-
ut und der äussern Haut sich
indet.

Der dem Darme der Säuger an den meisten Stellen eigenthümliche Bau der Mucosa, ihre Zusammensetzung aus netzförmiger oder cytogener Bindesubstanz (adenoide Substanz *His*) ist zuerst von *His* genau beschrieben und als eine allgemeine Erscheinung dargethan worden, doch waren die lymphkörperchenartigen Zellen der Mucosa schon seit langem durch *mich* (Mikr. Anat. II. 2. St. 170) und *Virchow*, später auch von *Henle*, und die netzförmig verbundenen Bindegewebskörperchen durch *Heidenhain*, *Wiegandt* und *Rindfleisch* beschrieben worden und hatten auch *Basslinger* bei der Gans und *W. Krause* bei verschiedenen Thieren den Angaben von *His* sehr nahestehende Mittheilungen gemacht. *Krause* braucht auch den, wie man jetzt wohl sagen kann, zu weit gehenden, aber für seine Auffassung der Verhältnisse bezeichnenden Namen »Lymph- oder Lymphkörpercheninfiltration« der Gewebe für die frei auftretende, nicht in den Follikeln des Darmes enthaltene cytogene Substanz. Zur Unterstützung der Angaben von *His* dienten namentlich die Untersuchungen von *Schmidt*, der (§. 132) auch in der Mund- und Rachenschleimhaut freie cytogene Bindesubstanz nachwies; auch kommt dieses Gewebe, Mittheilungen von *Henle* zufolge, im Oesophagus und ausnahmsweise im Magen vor. — Die Netze der cytogenen Bindesubstanz bestehen, wie *Henle* gegenüber immer wieder betont werden muss, aus anastomosirenden Zellen, deren Kerne in vielen Fällen erhalten und äusserst deutlich sind und eignen sich zum schnellen Nachweis besonders durch Carmin oder Gold gefärbte Schnitte des Froschdarmes (s. *Wiegandt* Fig. II.). Ueber den Bau der Darmmucosa bei Wirbelthieren aller Klassen vergl. man *Eberth* (Würzb. Verh. V.). Derselbe fand bald die Zellennetze meiner netzförmigen Bindesubstanz mit lymphkörperchenartigen Zellen (cytogene Bindesubstanz), bald ohne solche (Frosch), dann auch festeres Bindegewebe (Karpfen) und solches mit cytogenem Gewebe gemengte (Schildkröte).

Fig. 276. Ein Theil des *Meissner*'schen Geflechtes der *Submucosa* des Kindes. 350mal vergr. Es sind zwei Ganglien dargestellt, deren Zellen zum Theil in die abgehenden Nerven sich fortsetzen. An diesen sind die spindelförmigen Bildungen nicht Kerne, sondern Bindegewebskörperchen.

Schleimhaut des Magens.

§. 147.

Im **Magen** ist die **Schleimhaut** weich und locker, während der Verdauung, mit Ausnahme eines kleinen, 2 Cm breiten grauen Ringes am *Pylorus*, dem auch ein ähnlicher an der *Cardia* entsprechen kann, lebhaft grauroth bis rosenroth, sonst graulich. An ihrer innern Oberfläche finden sich bei leerem Magen besonders Längsfalten, die jedoch bei der Füllung sich verstreichen. Ausserdem zeigen sich, namentlich im Pylorustheil um die Mündungen der schlauchförmigen oder Magensaftdrüsen herum, kleine netzförmig verbundene Fältchen oder auch freie Zöttchen (*Plicae villosae Krause*) von 54—100—220 μ, und nicht selten ist auch die Schleimhaut wiederum besonders rechts durch seichte Vertiefungen in leicht erhabene, vieleckige Felder von 1—4,5 mm getheilt, welchen sogenannten »*État mamelonné*« der pathologischen Anatomen auch ganz gesunde Mägen darbieten. Am dünnsten, von 0,37—0,56 mm, ist die *Mucosa* an der *Cardia*, in der Mitte verdickt sie sich bis zu 1 mm und im Pylorustheile oft bis zu 1,6—2,2 mm, ein Verhalten, das einzig und allein auf Rechnung ihrer Drüsenlage zu setzen ist, indem Epithelium und Muskellage derselben überall ungefähr dieselbe Dicke haben. Das submucose Gewebe ist reichlich und besitzt, wie überall am Darme, auch einzelne Fettzellen.



Fig. 277.

Henle fand in Einem Falle die ganze Oberfläche eines regelrecht gebildeten Magens mit Zöttchen von 150—200 μ Länge besetzt. Der *État mamelonné* wird von **Henle** nicht von den solitären Follikeln der Magenschleimhaut abgeleitet, wie **Freund** demselben irrthümlich zuschreibt, wohl aber scheint *Henle* denselben als nur im contrahirten Magen vorkommend anzunehmen, womit meine Erfahrungen nicht stimmen. Ich erkläre denselben aus dem stellenweisen Vorkommen von drüsenärmeren und daher minder dickeren Stellen.

§. 148.

Magendrüsen. Die Drüsen des Magens zerfallen in einfachere **schlauchförmige** und in **traubenförmige**, von denen die ersteren bei weitem die Mehrzahl ausmachen und nach der Beschaffenheit des Epithels und der Ausscheidung wieder in zwei Abtheilungen, die **Magensaftdrüsen** und die **Magenschleimdrüsen** zerfallen. Die bei weitem wichtigeren Magensaftdrüsen, auch **Labdrüsen** genannt, kennzeichnen sich durch das Vorkommen rundlicher Drüsenzellen, welche das *Pepsin* bereiten, und finden sich theils als **einfache**, theils als **zusammengesetzte schlauchförmige** Gebilde. Die ersteren liegen in dem grossen, mittleren, während der Verdauung lebhaft rothen Abschnitte des Magens und erstrecken

Fig. 277. Senkrechter Schnitt durch die Häute des Schweinemagens, vom *Pylorus*. Vergr. 30. *a*. Schleimdrüsen, *b*. Muskellage der *Mucosa*, *c*. submucöses Gewebe (*Tunica nervea*) mit durchschnittenen Gefässen, *d*. Quermuskellage, *e*. Längsmuskelschicht, *f*. *Serosa*.

h. eine dicht neben der andern, so ziemlich gerade durch die ganze Dicke der ıleimhaut bis zu ihrer Muskellage und sind mithin, je nach den Gegenden des gens, 0,4—2,2 mm lang. Dieselben beginnen immer zu mehreren im Grunde ız kurzer, von Cylinderepithel ausgekleideter Grübchen der Magenoberfläche, die um mehr zu den Drüsen zu zählen sind, als drehrunde Schläuche von 67—90 μ eite, die im Abwärtssteigen oft bis zu 31—45 μ sich verschmälern und mit einer schen- oder kolbenförmigen Anschwellung enden. Das untere Drittheil der üsen ist meist, besonders gegen den *Pylorus* zu, wellenförmig gebogen, ja oft gar korkzieherartig gedreht, und ziemlich häufig theilt sich dasselbe auch in zwei rze Aeste, so wie denn überhaupt an den untern Enden der Drüsen kurze blinde ıhänge in einfacher oder mehrfacher Zahl nicht selten sich finden. Sehr bezeichnd für die Magensaftdrüsen sind rundliche Ausbuchtungen oder Hervorgungen, die in der Regel im mittleren Theile derselben am ausgeprägtesten ıd, aber auch im untersten Drittheile sich finden können (Fig. 278 u. Mikr. Anat.

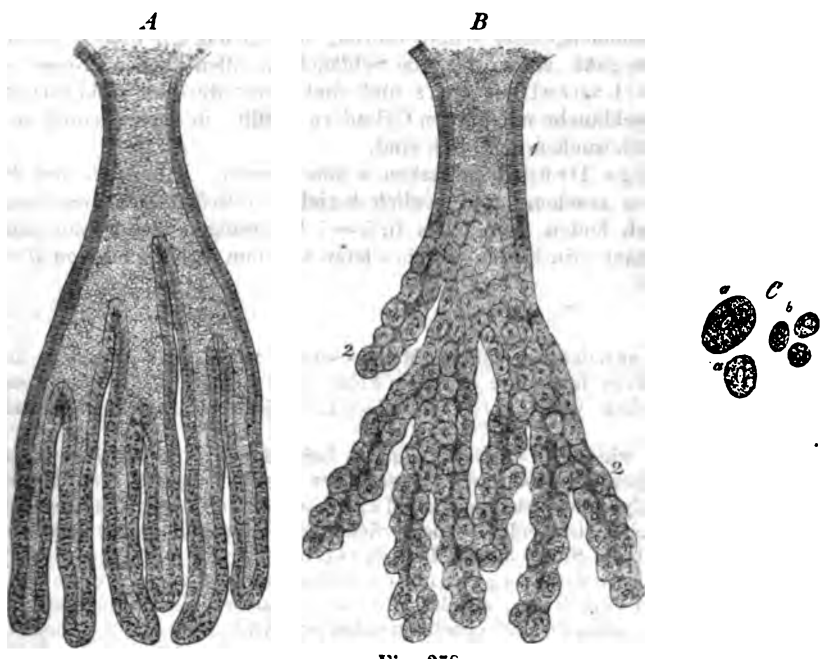


Fig. 278.

g. 221. 222). Jede Magendrüse wird von einer zarten *Membrana propria* umen und besitzt als Inhalt die sogenannten Labzellen, feinkörnige, blasse, —22 μ grosse, rundliche kernhaltige Zellen, welche in der Regel die Schläuche *Membrana propria* ganz erfüllen. Diese Zellen, die vorwiegend die Natur von toblasten besitzen, erscheinen ohne Ausnahme in den mittleren Theilen der Drüsen tlicher und schärfer begrenzt als in den Enden derselben, die oft nichts als ein ıkörniges Protoplasma mit Kernen zeigen, und deutet Alles darauf hin, dass in

Fig 278. Zusammengesetzte Drüsen aus dem menschlichen Magen, 100mal vergr. Magenschleimdrüse vom *Pylorus*theil. *B*. Magensaftdrüse von der *Cardia*. 1. Gemeinaftliche Ausmündungshöhle (*stomach cell Todd-Bowman*). 2. Die einfachen Schläuche *A* mit Cylindern, bei *B* mit Labzellen. *C*. Einzelne Labzellen, 350mal vergr. *a*. Grösse, *b*. kleinere.

Menschen mit vieleckigen Maschen die Drüsenmündungen ringförmig umgibt und je nach der Breite der Zwischenräume und dem Vorkommen von Erhebungen an denselben entwickelter oder einfacher ist, jedoch nie aus einfachen Gefässringen zu bestehen scheint. Aus diesem Netze erst entspringen dann immer mit mehreren Wurzeln verhältnissmässig weite Venen, die in grösseren Entfernungen als die Arterien, ohne weiter noch Blut aufzunehmen, die Drüsenlage durchsetzen und an der Aussenfläche der Schleimhaut oft unter rechtem Winkel in ein weiteres Venennetz des submucösen Gewebes mit zum Theil wagerechten Gefässen sich einsenken. Aus dieser Anordnung der Gefässe wird es begreiflich, wie im Magen zu gleicher Zeit eine lebhafte Ausscheidung (durch die tieferen Capillaren) und zugleich eine ergiebige Aufsaugung (durch die oberflächlichen weiteren Netze) stattfinden kann. Mit *Henle* kann man übrigens das oberflächliche venöse Capillarnetz auch mit dem Gaswechsel im Magen in Verbindung bringen, nur muss man nicht wie er die Aufsaugung durch dasselbe läugnen.



Fig. 279.

Die Saugadern des Magens bilden in der Schleimhaut ein oberflächliches feineres und ein tiefes gröberes Netz, die nur bei Injectionen wahrzunehmen sind. Das erste Netz liegt nach *Teichmann* am Grunde der Magensaftdrüsen über der *Muscularis mucosae*, so dass mithin die oberen Theile der Schleimhaut gar keine solchen Gefässe führen, und besteht aus Gefässen von 30—50 μ Durchmesser. Das zweite Netz liegt im submucösen Gewebe. Die aus der Schleimhaut hervortretenden zahlreichen Stämmchen sieht man bei während der Verdauung getödteten grösseren Säugethieren im submucösen Gewebe leicht, und ist ihre Sammlung zu grösseren Stämmchen und schliesslich das Durchbohren der *Musculosa* in der Gegend der Curvaturen ebenfalls deutlich wahrzunehmen. Ausserdem besitzt die *Serosa* nach *Teichmann* noch ihre besonderen Lymphgefässanfänge in Gestalt eines geschlossenen Netzwerkes. — Die Nerven des Magens vom *Vagus* und *Sympathicus*, die nach *Remak*'s von *Meissner* (und auch von *Billroth*) bestätigter und weiter ausgeführter Entdeckung (Amtl. Ber. d. Naturf. Vers. in Wiesbaden im Jahre 1852. S. 183; *Müll.* Arch. 1858. S. 190) in ihrem Verlaufe zahlreiche kleine Ganglien führen (beim Frosche und Wassersalamander fand *Billroth* auch in der *Mucosa* des Magens die oben schon erwähnten feinsten blassen Nervennetze), verfolgt man leicht bis in das submucöse Gewebe und sieht sie auch noch in die Muskellage der *Mucosa* eintreten, dann aber entziehen sie sich der weiteren Erforschung durchaus, woran vorzüglich das schuld ist, dass sie im Innern der Schleimhaut selbst offenbar keine dunkelrandigen Fasern mehr führen, sondern wahrscheinlich nur aus blassen embryonalen Röhren bestehen.

In der *Membrana propria* der Magendrüsen fand *Henle* eigenthümliche sternförmige Zellen, die er mit Wahrscheinlichkeit für Nervenzellen erklärt (*Splanchn.* St. 46. Fig. 28). Da *Henle* ähnliche Zellen in der *Mamma* und *Parotis* gesehen zu haben angibt, so handelt es sich wahrscheinlich hier wie dort nur um Bindegewebskörperchen, für welche Auffassung auch die Angaben *Eberth*'s über verwandte Bildungen in der *Membrana propria* der schlauchförmigen Darmdrüsen sprechen (Würzb. nat. Zeitschr. V. St. 31).

Fig. 279. Gefässe des Dickdarmes eines Hundes in senkrecht durchschnittener Schleimhaut. *a.* Arterie, *b.* Capillarnetz der Oberfläche mit Drüsenmündungen, *c.* Vene, *d.* Capillarnetz um die Drüsenschläuche in der Dicke der Schleimhaut.

Magen und ist da, wo die Schleimdrüsen sitzen, meist stärker entwickelt. Derselbe stammt, wie *Todd-Bowman* zuerst richtig angaben (Vol. II. 1847. p. 192), aus den cylindrischen Zellen der Magenoberfläche und der Magenschleimdrüsen, was später von *Donders* und *mir* bestätigt worden ist, und sickert entweder aus denselben heraus oder er wird aus den sich ablösenden und berstenden Zellen frei, die oft in grosser Menge die Oberfläche des Magens überziehen. Wie im letztern Falle, der in den Drüsen selbst nicht vorzukommen scheint, das Epithel sich wieder ersetzt, ist noch nicht klar. Wahrscheinlich theilen sich die Zellen, bevor sie sich abstossen, in der Quere, wie man denn auch in der That häufig zwei Kerne in ihnen sieht, und stösst sich nur das äussere Stück ab. Vielleicht entleeren auch die Cylinder ihren Schleim, ohne sich abzulösen, wie *Todd-Bowman* annehmen, indem sie am freien Ende vorübergehend eine Oeffnung bekommen, wie man sie in der That sehr häufig an abgestossenen Zellen sieht. (Man vergl. *F. E. Schulze*'s neueste Mittheil.)

§. 149.

Das ausser den Magendrüsen die Schleimhaut bildende Gewebe ist, wie wir schon sahen, sehr spärlich. Nur am Grunde der Drüsen erscheint dasselbe als eine zusammenhängende, feste, röthliche Schicht von 50—100 μ Dicke (*Brücke*) der Muskellage der Schleimhaut, mit durcheinander geflochtenen Bündeln von gewöhnlichem Bindegewebe und von glatten Muskeln, von denen die letzteren besonders in zwei Richtungen sich kreuzen und beim Schweine und auch beim Menschen selbst zwischen die Drüsen und in die *Plicae villosae* eingehen. Ausserdem finden sich zwischen den Drüsen noch Gefässe und eine gleichartige Bindesubstanz ohne elastische Fäserchen, die an der Oberfläche der Schleimhaut eine helle, zarte Lage, die structurlose Haut der Autoren, bildet, die mit den *Membranae propriae* der einzelnen Drüsenschläuche zusammenhängt, aber nicht wie diese einzeln sich darstellen lässt.

Die ganze innere Oberfläche des Magens von der *Cardia* an, wo das Pflasterepithelium der Speiseröhre mit einem scharfen und gezackten Rande aufhört, besitzt einen einfachen Ueberzug von cylindrischen Zellen von 22 μ mittlerer Länge, die ohne Zwischenlage unmittelbar auf der äussersten gleichartigen Lage der Schleimhaut aufsitzen und, wie ich gegen *Henle* (*Splanchn.* S. 155) behaupten muss, regelrecht nirgends eine Unterbrechung erleiden. Die Verbindung dieses Cylinderepithelium, dessen Zellen nach *Fr. E. Schulze* am freien Ende der Membranen entbehren (l. i. c.), mit der Schleimhaut ist im Leben ganz fest, jedoch nicht so sehr, dass dessen Elemente nicht zeitenweise in Folge der mechanischen Eingriffe, wie sie im Magen stattfinden müssen, einzeln oder in Menge sich loslösen könnten. Nach dem Tode geschieht diess so leicht, dass man beim Menschen nur in sehr günstigen Fällen Gelegenheit hat, die Zellen *in situ* zu sehen.

Ausser den schlauchförmigen Drüsen enthält die Magenschleimhaut auch, jedoch nicht regelrecht und in sehr wechselnder Anzahl, geschlossene Follikel oder sogenannte linsenförmige Drüsen, die mit den solitären Follikeln des Dünndarms ganz übereinstimmen und daher hier nicht weiter besprochen werden sollen; bei Thieren (wie beim Schweine) finden sich auch kleine *Peyer*'sche Haufen.

Die Blutgefässe der Magenschleimhaut sind sehr zahlreich und in ihrer Vertheilung ganz bezeichnend (vgl. die Fig. 279 von den Gefässen des Dickdarmes, deren Anordnung fast gleich ist). Die Arterien zertheilen sich schon im submucösen Bindegewebe so, dass sie nur mit feineren Stämmchen zur Schleimhaut gelangen, in der sie, allmählich zu Capillaren sich verfeinernd, in grosser Zahl senkrecht zwischen den Drüsen aufsteigen und ein die Schläuche derselben umspinnendes Netz feiner Capillaren von 4,5—6,7 μ bilden, das bis an die Drüsenmündungen sich hinzieht. Hier setzt sich dasselbe, das durch den ganzen Magen zusammenhängend zu denken ist, in ein oberflächliches Netz etwas stärkerer Capillaren von 9—18 μ fort, das beim

Menschen mit vieleckigen Maschen die Drüsenmündungen ringförmig umgibt und je nach der Breite der Zwischenräume und dem Vorkommen von Erhebungen an denselben entwickelter oder einfacher ist, jedoch nie aus einfachen Gefässringen zu bestehen scheint. Aus diesem Netze erst entspringen dann immer mit mehreren Wurzeln verhältnissmässig weite Venen, die in grösseren Entfernungen als die Arterien, ohne weiter noch Blut aufzunehmen, die Drüsenlage durchsetzen und an der Aussenfläche der Schleimhaut oft unter rechtem Winkel in ein weiteres Venennetz des submucösen Gewebes mit zum Theil wagerechten Gefässen sich einsenken. Aus dieser Anordnung der Gefässe wird es begreiflich, wie im Magen zu gleicher Zeit eine lebhafte Ausscheidung (durch die tieferen Capillaren) und zugleich eine ergiebige Aufsaugung (durch die oberflächlichen weiteren Netze) stattfinden kann. Mit *Henle* kann man übrigens das oberflächliche venöse Capillarnetz auch mit dem Gaswechsel im Magen in Verbindung bringen, nur muss man nicht wie er die Aufsaugung durch dasselbe läugnen.



Fig. 279.

Die Saugadern des Magens bilden in der Schleimhaut ein oberflächliches feineres und ein tiefes gröberes Netz, die nur bei Injectionen wahrzunehmen sind. Das erste Netz liegt nach *Teichmann* am Grunde der Magensaftdrüsen über der *Muscularis mucosae*, so dass mithin die oberen Theile der Schleimhaut gar keine solchen Gefässe führen, und besteht aus Gefässen von 30—50 μ Durchmesser. Das zweite Netz liegt im submucösen Gewebe. Die aus der Schleimhaut hervortretenden zahlreichen Stämmchen sieht man bei während der Verdauung getödteten grösseren Säugethieren im submucösen Gewebe leicht, und ist ihre Sammlung zu grösseren Stämmchen und schliesslich das Durchbohren der *Musculosa* in der Gegend der Curvaturen ebenfalls deutlich wahrzunehmen. Ausserdem besitzt die *Serosa* nach *Teichmann* noch ihre besonderen Lymphgefässanfänge in Gestalt eines geschlossenen Netzwerkes. — Die Nerven des Magens vom *Vagus* und *Sympathicus*, die nach *Remak's* von *Meissner* (und auch von *Billroth*) bestätigter und weiter ausgeführter Entdeckung (Amtl. Ber. d. Naturf. Vers. in Wiesbaden im Jahre 1852. S. 183; *Müll.* Arch. 1858. S. 190) in ihrem Verlaufe zahlreiche kleine Ganglien führen (beim Frosche und Wassersalamander fand *Billroth* auch in der *Mucosa* des Magens die oben schon erwähnten feinsten blassen Nervennetze), verfolgt man leicht bis in das submucöse Gewebe und sieht sie auch noch in die Muskellage der *Mucosa* eintreten, dann aber entziehen sie sich der weiteren Erforschung durchaus, woran vorzüglich das schuld ist, dass sie im Innern der Schleimhaut selbst offenbar keine dunkelrandigen Fasern mehr führen, sondern wahrscheinlich nur aus blassen embryonalen Röhren bestehen.

In der *Membrana propria* der Magendrüsen fand *Henle* eigenthümliche sternförmige Zellen, die er mit Wahrscheinlichkeit für Nervenzellen erklärt (*Splanchn.* St. 46. Fig. 28). Da *Henle* ähnliche Zellen in der *Mamma* und *Parotis* gesehen zu haben angibt, so handelt es sich wahrscheinlich hier wie dort nur um Bindegewebskörperchen, für welche Auffassung auch die Angaben *Eberth's* über verwandte Bildungen in der *Membrana propria* der schlauchförmigen Darmdrüsen sprechen (Würzb. nat. Zeitschr. V. St. 31).

Fig. 279. Gefässe des Dickdarmes eines Hundes in senkrecht durchschnittener Schleimhaut. *a.* Arterie, *b.* Capillarnetz der Oberfläche mit Drüsenmündungen, *c.* Vene, *d.* Capillarnetz um die Drüsenschläuche in der Dicke der Schleimhaut.

Schleimhaut des Dünndarmes.

§. 150.

e *Mucosa* des Dünndarmes ist dünner als die des Magens, aber zusammen-
r, indem sie ausser den schlauchförmigen oder *Lieberkühn*'schen
r eine grosse Zahl von bleibenden Falten und Zotten darbietet und ausser-
ch in ihrem Gewebe eigenthümliche geschlossene Bälge, die sogenannten
ren und *Peyer*'schen Drüsen und im submucösen Gewebe des *Duodenum*
unner'schen Drüsen enthält.
e Schleimhaut im engeren Sinne besteht, wie namentlich aus den neuesten
chungen von *His* hervorgeht, abgesehen von ihrer Muskellage, ganz und
s cytogener Bindesubstanz (adenoider
z, *His*), d. h. aus einem Netze stern-
r Zellen (Bindegewebskörperchen) oder
nselben hervorgegangenen Fasern und
hen in den Maschen desselben enthalte-
mphkörperchen ähnlichen Zellen (siehe
nd 146). Im Innern der Zotten und in
fe der *Mucosa* ist dieses Netz oder *Reti-*
ckerer, gegen die Oberfläche zu stehen
en dichter und werden an der Oberfläche
on einer dünnen, hellen Lage bedeckt,
ch nicht als besondere Schicht trennbar
ndern mehr nur wie eine verdichtete
ubstanz des *Reticulum* erscheint. Das
cöse Gewebe, das, ausser wo gewisse
vorkommen, spärlich ist, wesshalb die
haut ziemlich fest mit der Muskelhaut
enhängt, besteht aus gewöhnlichem,
n Bindegewebe. Auf der innern Ober-
er Schleimhaut sitzt ein Cylinderepi-
m, von dem bei den Zotten weiter die
ein soll, während dieselbe nach aussen
das submucöse Gewebe von einer von
e aufgefundenen, höchstens 38 μ messen-
r Länge und der Quere nach angeordneten Lage von glatten Muskeln,
uscularis mucosae, begrenzt wird, die jedoch beim Menschen ihrer oft
n Entwickelung wegen nicht immer leicht sich erkennen lässt.

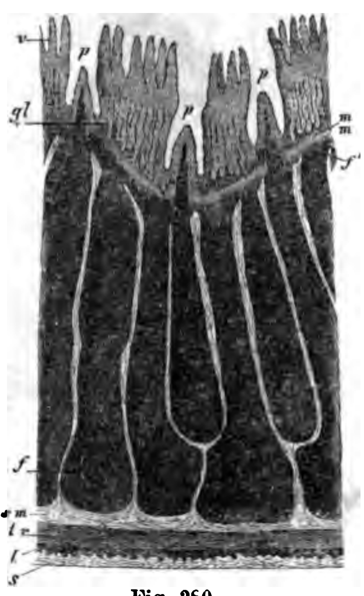


Fig. 280.

§. 151.

ie Zotten des Dünndarmes (*Villi intestinales*) sind kleine weissliche,
ssem Auge noch leicht sichtbare Erhebungen der innersten Theile der *Mucosa*,

g. 280. Durchschnitt durch die Wand des untersten Theiles des *Ileum* vom Kalbe.
20. *v*. Darmzotten, *ppp*. Gruben, von deren Grund aus kurze stärkere Papillen
tten sich erheben, in welche die Spitzen der *Peyer*'schen Follikel hineinragen,
berkühn'sche Drüsen, *mm*. *Muscularis mucosae*, *f*. *Peyer*'sche Follikel, *f'*. obere
enfliessende Theile derselben, *sm*. *Tunica submucosa*, tiefster Theil derselben,
muskellage, *l*. Längsmuskelschicht, *s*. *Serosa*. Nach einem in *Alcohol absolutus* er-
und in verdünntem *Glycerin* aufbewahrten Schnitte.

die, auf den *Kerkring*'schen Falten und zwischen denselben gelegen, durch den ganzen Dünndarm vom *Pylorus* bis zum scharfen Rande der *Valvula Bauhini* so dicht stehen, dass sie der *Mucosa* das bekannte sammetartige Ansehen geben. Am zahlreichsten (50—90 auf 1 □‴ oder 22—40 auf 1 □mm) sind sie im *Duodenum* und *Jejunum*, minder häufig im *Ileum* (40—70 auf 1 □‴ oder 18—31 auf 1 □mm. Im *Duodenum* sind sie mehr niedrig und breit, wie Falten und Blätter, von 0,2—0,5 mm Höhe, 0,3—1 mm, selbst 1,6 mm Breite. Im *Jejunum* erscheinen sie meist kegelförmig und plattgedrückt, häufig auch noch blattartig oder walzenförmig, keulen- oder fadenförmig, welche drei letztgenannten Formen im Leerdarme vorwiegen. Die Länge dieser Zotten beträgt von 0,5—1 mm, die Breite von 0,2—0,4 mm, selbst 0.09 mm, die Dicke bei den plattgedrückten 0,1 mm.

Die Zotten bestehen aus einem der **Schleimhaut** angehörenden innern Theile und einer **Epithelialhülle**. Der erstere oder die **Zotte** im **engern** Sinne

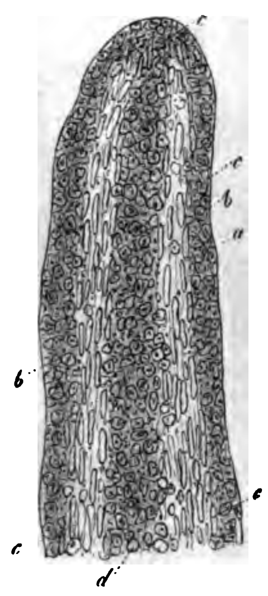


Fig. 281.

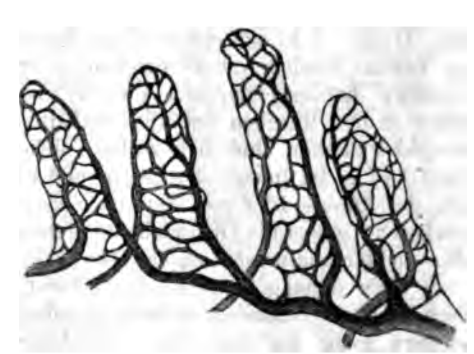


Fig. 282.

entspricht in seinem Umrisse der ganzen Zotte und ist nichts anderes, als ein mit Blut- und Lymphgefässen und mit glatten Muskeln versehener Fortsatz der eigentlichen *Mucosa*, dessen Grundgewebe aus derselben cytogenen Bindesubstanz besteht, wie die *Mucosa* überhaupt, wobei zu bemerken ist, dass die lymphkörperchenartigen Zellen derselben nicht selten Fettkörnchen und in pathologischen Fällen bräunliches oder schwarzes Pigment enthalten. Die **Blutgefässe** der Zotten (Fig. 282) sind so zahlreich, dass bei einer guten Injection die vom Epithel entblössten Zotten ganz gefärbt werden, und bei lebenden oder eben getödteten Thieren jede Zotte von oben als ein rother, von einem hellen Saume umgebener Punct erscheint. Beim Menschen enthält jede Zotte ein von 1, 2 oder 3 kleinen **Arterien** von 22—35 μ versorgtes enges Netz von 6—11 μ weiten Capillaren mit runden oder länglichen Maschen, das unmittelbar unter der gleichartigen äussersten Lage der Grundsubstanz derselben sich befindet und meist durch eine **Vene** von 47 μ, die nicht wie bei Thieren durch eine Umbiegung der Arterie, sondern in der Regel durch ein allmähliches Zusammenfliessen der feinsten Gefässchen

Fig. 281. Darmzotte eines jungen Kätzchens ohne Epithel, mit Essigsäure, 350mal vergr. *a.* Begrenzung der Zotte, *bd.* Kerne und Zellen der cytogenen Bindesubstanz an der Oberfläche und im Innern der Zotte, *c.* Kerne der glatten Muskeln.

Fig. 282. Gefässe einiger Zotten ... ch einer *Gerlach*'schen Injection. Vergr. 45.

entsteht, sein Blut ziemlich unmittelbar in die grösseren Stämme des submucösen Gewebes abführt.

Das Verhalten der **Chylusgefässe** in den Zotten anlangend, so besitzen die schmalen, vor Allem die walzen- und fadenförmigen Zotten, meist nur Ein mittleres Chylusgefäss, wogegen die breiteren Zotten 2, ja selbst, wie *Brücke* beim Wiesel und bei der Ratte fand, 3 und 4 solche Stämmchen enthalten, die auch ein grobes Netz bilden können, wie diess *Hyrtl* bei Vögeln, *Teichmann* auch beim Hammel beobachtete. Beim Menschen fand *Teichmann* in der Regel nur Ein Stämmchen von 27—36 μ,



Fig. 283.

Fig. 284.

das mit seinem Ende um 30—50 μ von der Spitze der Zotte abstand, seltener fanden sich zwei Gefässe, die an der Spitze der Zotte schlingenförmig verbunden waren, nie mehr, wobei jedoch zu bemerken ist, dass *Teichmann* gerade die breitesten Zotten der Menschen nicht untersuchte. *Frey* sah auch beim Menschen 3 und 4 Gefässe, die theils durch Schlingen, theils durch Queranastomosen zusammenhängen, und *W. Krause* fand in seltenen Fällen selbst einen **netzförmigen** Anhang dieser Canäle mit einzelnen blinden Anhängen. Die Wandungen dieser Chylusgefässe der Zotten, die man ihrer Weite halber kaum Capillaren nennen kann, sind sehr zart und bestehen einzig und allein

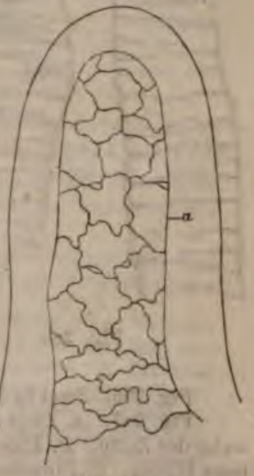


Fig. 285.

Fig. 283. Zwei Zotten ohne Epithel mit dem Chylusgefäss im Innern, vom Kalbe, 350mal vergr. und mit verdünntem Natron behandelt.

Fig. 284. Ein Theil einer *Peyer*'schen Drüse des Hammels mit gefüllten Chylusgefässen nach *Teichmann*, 20mal vergr. Man sieht Darmzotten mit ihren Chylusgefässen und ein tieferes Netz mit engeren Gefässen und weiteren Canälen. Ein Follikel der Drüse zeigt keine Chylusgefässe.

Fig. 285. Darmzotte aus dem *Ileum* des Kalbes mit dem durch Höllensteineinspritzung deutlich gemachten Epithel des centralen Chylusgefässes. Im Epithel einige «Schaltplättchen», die sicher keine Stigmata sind. Vergr. 300.

aus einem von *v. Recklinghausen* zuerst gesehenen Epithel platter Zellen, das ich wie *His* und *Auerbach* bestätigen kann. Im *Ileum* des Kalbes, von dem vorstehende Abbildung (Fig. 285) stammt, messen die Epithelzellen 50—74 μ, doch ist das Gefäss in Folge der Füllung mit Höllenstein wohl als überausgedehnt zu betrachten.

Ausser diesen Theilen enthalten die Zotten noch, wie *Brücke* entdeckte, mehr in der Mitte um die Lymphgefässe herum eine dünne Lage von längsverlaufenden glatten Muskeln mit sehr zarten, schmalen Faserzellen (Fig. 281), die in günstigen Fällen auch beim Menschen sehr deutlich sind und, wie ich finde, zwischen den *Lieberkühn*'schen Drüsen in die Tiefe sich fortsetzen und mit der Muskellage der *Mucosa* in Verbindung stehen. Nach *Moleschott* messen die Faserzellen der Zotten im Mittel 40 μ und behauptet dieser Forscher, auch quer verlaufende solche Elemente gesehen zu haben, die bisher sonst Niemand zu finden im Stande war. Die Muskeln der Zotten bewirken die von *Lacauchie* entdeckten, unmittelbar nach dem Tode sehr deutlichen (Fig. 286) und nach *Brücke* auch an lebenden Geschöpfen wahrnehmbaren Verkürzungen der Zotten, welche sehr wahrscheinlich einen bedeutenden Einfluss auf die Fortbewegung des Chylus und die Aufsaugung durch die Zotten ausüben, vorausgesetzt, dass die Annahme von wiederholten Zusammenziehungen während des Lebens nichts gegen sich hat. — Von Nerven der Zotten ist nichts bekannt. Ueber die Nerven und Ganglien in der Wand des Dünndarms siehe die §§. 145 und 146.

Das Epithelium der Zotten und der sonstigen Schleimhautfläche, obschon im Leben sehr innig mit den tieferen Theilen verbunden und nur zufällig oder in Krankheiten abfallend, löst sich an Leichen sehr leicht ab und ist nur an ganz frischen Darmstücken wahrzunehmen. Dasselbe besteht überall aus einer einfachen Lage von meist walzenförmigen, am untern Ende leicht verschmälerten Zellen von 22—26 μ Länge, 6—9 μ Breite, die neben einem hellen, bläschenförmigen, länglichrunden, mit einem oder zwei Kernkörperchen versehenen Kerne, gewöhnlich



Fig. 286. Zwei in Verkürzung begriffene Darmzotten der Katze. Vergr. 60.

Fig. 287. *A.* Zwei Zotten mit Epithel vom Kaninchen. Vergr. 75. *a.* Epithel, *b.* Gewebe der Zotte. *B.* Eine abgelöste Epithelfolge, 300mal vergr. *a.* Durch Wasser abgehobene Hüllen. *C.* Einzelne Epithelzellen, 350mal vergr. *a.* mit, *b.* ohne abgehobene Hülle, *c.* einige Zellen von der Fläche.

ichts als feine Körnchen im Inhalte führen. Im Leben sind diese Zellen, deren Haupt-igenthümlichkeit in chemischer Beziehung die ist, dass sie viel *Mucin* führen, so ınig verbunden, dass man selbst nach dem Tode im Anfange ihre Umrisse in der ,ängsansicht nicht oder nur undeutlich erkennt, während sie allerdings schon jetzt on der Fläche als zierliche Mosaik erscheinen. Ganz deutlich werden auch später ie Cylinder eigentlich erst dann, wenn sie sich lösen oder abgestreift werden, was ıeist so geschieht, dass sie in ganzen Folgen, ja selbst die eine Zotte überziehenden ellen alle zusammen, den Calyptren einer Moosfrucht ähnlich, sich ablösen. Eine esondere Eigenthümlichkeit dieser Epithelzellen wurde im Jahre 1855 von mir auf-efunden, die nämlich, dass die freie Wand derselben von senkrechten Streifen durch-›tzt ist, die höchst wahrscheinlich Porencanälchen sind. Die freie Wand dieser ellen ist, weit entfernt zu fehlen, so dass die Zellen Löcher hätten, wie *Brücke* ›iner Zeit angab, gerade umgekehrt erheblich dicker als die übrige Zellenwand, und ›ellt einen schon vor Jahren von *Henle* gesehenen hellen Saum dar, der, wenn die ellen noch *in situ* sind, als eine helle äusserste Begrenzungsschicht der Zotten er-›heint und wie eine *Cuticula* darstellt. Dieser Saum nun zeigt in Seitenansichten eine ›ine Streifung und von der Fläche eine zarte dichtstehende Punctirung, welche von ıir auf Porencanälchen bezogen und mit den physiologischen Verhältnissen des Epi-ıels, namentlich der Fettresorption, in Zusammenhang gebracht worden ist, in elcher Beziehung *Funke* und *Donders* mit mir übereinstimmen, von welchen Auto-›n der erste gleichzeitig mit mir bei Kaninchen das streifige Ansehen der Darmcylin-›r beobachtete, ohne jedoch dazu zu gelangen, dasselbe in seiner wahren Bedeutung ı erkennen.

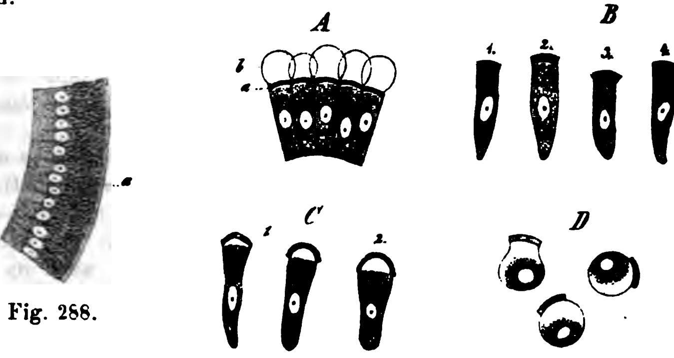


Fig. 288.

Fig. 289.

Die porösen Säume der Epithelzellen, sowie die ganzen Zellen werden durch **Vasser in** besonderer Weise verändert. An den Zellen ist das erste Zeichen der Ein-**irkung des** Wassers gewöhnlich das Auftreten von hellen Tropfen an der Oberfläche **es Epithels** (Fig. 289 *A*), von denen je einer einer Zelle entspricht, welche nichts

Fig. 288. Theil des Epithels einer Zotte des Kaninchens in verdünntem Eiweisse. Der treifige Epithelsaum *a* erscheint in natürlicher Breite, doch ist seine innere Begrenzung ıicht so deutlich, weil die Zellen mit Fettmolecülen vollgepfropft sind. Vergr. 350.

Fig. 289. *A*. Mit Wasser behandelte Epithelzellen von Darmzotten im ersten Beginne er Einwirkung desselben. Die streifigen verdickten Zellenwände *a* sind sehr deutlich, wie ›icht aufgequollen. Aus jeder Zelle ist ein heller Inhaltstropfen *b* ausgetreten. *B*. Einzelne on selbst abgefallene Epithelzellen von Zotten mit Wasser. 1. u. 2. Zellen mit aufgequollener ›treifiger Wand. 3. Eine solche auf einer noch weiteren Stufe, einer Flimmerepithelzelle ıuschend ähnlich. 4. Zelle mit aufgetriebenem Saume, an dem keine Streifen sichtbar sind. · Eben solche Zellen mit abgehobener verdickter Wand im ersten Beginne der Wasser-nwirkung. 1. Zwei Zellen, deren Wand noch wenig verändert ist. 2. Eine andere, deren ›rdickter Saum mehr warzig erscheint. *D*. Durch Wasser kugelrund gewordene Epithel-›llen von Zotten, deren streifige Säume sehr deutlich sind. Vom Kaninchen.

anderes als durch die noch unverletzten Membranen herausgequollener Zelleninhalt, d. h. vor allem Schleim sind, welcher als der vorzüglichste Inhalt der Epithelzellen betrachtet werden muss. Wirkt das Wasser mehr ein, so heben sich dann nicht selten die Hüllen der freien Zellenseite bauchig ab, während der Zelleninhalt durch das eingetretene Wasser von ihnen abgedrängt wird (Fig. 289 *C*). Nicht selten geht dann an solchen Zellen die abgehobene Basalmembran verloren und dann bekommen dieselben deutliche Löcher, aus denen schliesslich der ganze Zelleninhalt heraustritt. Andere Male quellen die Zellen nach und nach ganz auf, wobei sie verschiedene Formen annehmen, zuletzt kugelrund werden und dann schliesslich ebenfalls bersten und vergehen. — Die verdickten porösen Basalmembranen betheiligen sich an diesen Veränderungen in der Weise, dass sie ebenfalls aufquellen und mit dem Aufquellen deutlicher streifig werden. Hat dieses Aufquellen einen gewissen Grad erreicht, so zerfällt, wie ich gezeigt habe, der ganze Saum wie in ein Büschel von feinen Härchen oder Stäbchen, so dass er einem Flimmersaume sehr ähnlich wird, endlich lösen sich auch diese ab und es bleibt die Zelle auch an dieser Seite von einem dünnen Häutchen geschlossen, was beweist, dass der poröse Saum in die Abtheilung der Zellenausscheidungen gehört. Zugleich wird durch diese Thatsache auch die Auffassung der porösen Säume durch *Brettauer* und *Steinach* widerlegt, nach denen dieselben aus Cylinderchen oder Stäbchen bestehen sollen, die ohne zwischenliegende Hülle unmittelbar mit dem Zelleninhalte verbunden seien. Das Vorkommen einer wirklichen Membran an dieser Stelle und somit eines vollkommenen Verschlusses der Zellen wird übrigens auch noch dadurch bewiesen, dass theils die verdickten Zellendeckel für sich allein sehr häufig blasenartig vom Inhalte sich abheben, theils die Zellen *in toto* zu kugelrunden Gebilden aufquellen, was nicht möglich wäre, wenn der Zelleninhalt an einem Orte blossläge und unmittelbar mit den vermeintlichen Stäbchen sich verbände. Manchmal heben sich auch die streifigen Säume, ohne dass die Zellen eröffnet werden, von vielen Zellen im Zusammenhange ab, wie dies auch bei Cuticularbildungen zu beobachten ist.

Hier ist nun noch ein Verhältniss zu besprechen, das besonders in neuester Zeit die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt hat, jedoch von *mir* (Mikr. Anat. II. 2. St. 169. Fig. 233 und Würzb. Verh. VI. S. 270. Taf. IV. Fig. 9) und *Donders* (*Ned. Lancet* 1852/53. St. 548) schon seit langem besprochen worden ist. Wie es scheint ohne Ausnahme trifft man im ganz frischen Dünndarme, aber auch im Magen und Dickdarme unter den gewöhnlichen Cylindern in verschiedener Menge anders aussehende Zellen, welche offenbar schon von *Gruby* und *Delafond* gesehen und von ihnen *Epithelium capitatum* genannt wurden. Diese Zellen, die ich Drüsenzellen des Epithels heisse (Fig. 290), fallen durch ihr dunkleres Aussehen sogleich in die Augen, wenn man die Oberfläche einer frischen Zotte betrachtet, sind auch meist keulenförmig und eher schmächtig von Gestalt, quellen jedoch leicht auf und verwandeln sich dann in becherförmige grössere Gebilde (Becherzellen, *Henle*, Vacuolen, *Letzerich*). Verfolgt man diese Zellen genauer, so trifft man verschiedene Formen derselben. Alle haben einen eigenthümlichen Inhalt, der frisch gleichartig,



Fig. 290.

Fig. 290. Drüsenzellen des Epithels der Dünndarmschleimhaut des Kaninchens. 400mal vergr. (Aus der Mikr. Anat. II. 2 und den Würzb. Verh. Bd. VI.) 1. Zelle mit 1 Kern, körniger Inhaltsmasse und einem kleinen Zapfen am freien Ende; 2. kernlose Zelle wie mit einem Reste der *Cuticula* am freien Ende; 3. zweikernige Zelle mit körniger Masse dazwischen; 4. einkernige Zelle wie mit kleiner Oeffnung am Basalende; 5. einkernige Zelle mit grosser Inhaltsmasse und Oeffnungen am Ba[illegible]

leicht gelblich und von besonderem Glanze ist, in Wasser, Säuren etc. aber sofort körnig wird und als eine mehr weniger grosse Masse mehr den oberen Theil der Zelle einnimmt. Der Kern ist meist einfach oder doppelt, andere Male aber ist ein solcher nicht sichtbar, wenn er nicht etwa in der Inhaltsmasse versteckt liegt. Am Basalende sind die Zellen entweder mit Oeffnungen versehen, die ich schon vor vielen Jahren abgebildet (Fig. 290 5), oder geschlossen, und in diesem Falle bald ohne verdickten Saum, bald wie mit Resten eines solchen in Gestalt von zapfenartigen Vorsprüngen versehen. Alles zusammengenommen scheint mir immer noch das Wahrscheinlichste, wie *Donders* und *ich* diess schon ausgesprochen, dass wir es hier mit einem eigenthümlichen Gestaltungs- und Regenerationsvorgange an den normalen Epithelien zu thun haben. Die Zellen erhalten zwei Kerne, bersten dann und entleeren den einen Kern und einen Theil des Inhaltes, während aus dem Reste die Zelle wieder neu sich bildet. Der entleerte Theil ist ein kernhaltiger Protoblast ohne Hülle, und rühren vielleicht alle sogenannten Schleimzellen des Darmmucus von solchen Zellen her. Wahrscheinlich entleeren solche Zellen auch einen mehr flüssigen Theil ihres Inhaltes, vielleicht bleiben sie auch, nachdem sie einmal Oeffnungen erhalten haben, längere Zeit offen und dienen eine Zeit lang als einfachste secernirende Apparate. In andern Fällen mögen solche geborstene Zellen statt sich zu regeneriren einfach zu Grunde gehen.

Der Schleim, der in Leichen die Darmoberfläche überzieht, ist grossentheils nichts als der ausgetretene Inhalt der Epithelzellen, der durch Aufnahme von Wasser zu einer dicken Kruste aufquillt und immer viele leere geborstene Zellenhüllen enthält. Die regelrechte Schleimabsonderung im Dünndarme kommt gerade wie beim Magen zu Stande, nur dass die Zellen nicht abfallen und auch in der Regel ohne Bersten sich des Schleimes zu entledigen scheinen.

Die Frage über die Chylusgefässe der Zotten, welche so verschiedene Beantwortungen gefunden hatte (s. meine Mikr. Anat. II. 2 und Handb. 4. Aufl.), scheint endlich in Einer Hinsicht wenigstens erledigt zu sein, indem wir nun wissen, dass dieselben, wie *v. Recklinghausen* zuerst angegeben (Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe, S. 16 und 70), von einem einfachen epithelialen Rohre gebildet werden. Die Zweifel, die ich früher (4. Aufl.) gegen die Angaben von *v. R.*'s hegen musste, sind mit unseren veränderten Anschauungen über den feineren Bau der Lymph- und Blutcapillaren geschwunden und werde ich natürlich jetzt, wo sich ergibt, dass die selbständige Wand der Lymphcapillaren der Froschlarven aus Epithelialzellen besteht, den Mangel einer epithelialen Auskleidung an diesen Gefässen nicht mehr gegen *v. R.* anführen können. *v. R.*'s Erfahrungen über die Centralgefässe der Zotten sind übrigens nicht schwer zu bestätigen (s. oben) und haben auch *His* (Zeitschr. f. w. Zool. XIII. St. 463. Taf. XXX. Fig. 13) und *Auerbach* (*Virch.* Arch. Bd. 33) ihre Zustimmung erklärt, wogegen allerdings noch in neuester Zeit Stimmen laut wurden, die für *Brücke*'s alte Auffassung Parthei nehmen, derzufolge die Zotten nur einen wandungslosen Lymphraum enthalten, wie die von *Basch* und *Fles*, welcher letztere wenigstens das obere Drittheil des Chyluscanals in *Brücke*'s Sinne auffasst.

Mit dem Nachweis einer epithelialen Wand des Zottenchylusgefässes ist übrigens diese Angelegenheit noch nicht erledigt, vielmehr erhebt sich die fernere Frage nach etwaigen weiteren Verbindungen dieses Gefässes mit den oberflächlichen Theilen der Zotten, mit andern Worten, ob besondere vorgebildete Bahnen für die zu resorbirenden Theile, besonders das Fett, vorkommen. Schon vor mehreren Jahren hat *Heidenhain* behauptet, dass die Epithelzellen der Zotten durch Ausläufer mit den verzweigten und netzförmig verbundenen Zellen des Schleimhautgewebes und diese wieder mit dem centralen Chylusgefäss zusammenhängen, so dass somit eine offene Bahn von diesem zu den Zellen sich finde. Weder ich selbst (4. Aufl. S. 446) noch *Rindfleisch*, *Wiegandt* und *Dönitz* vermochten diese Angaben zu bestätigen, wohl aber könnten gewisse Erfahrungen *v. Recklinghausen*'s, der (l. c. St. 79. Taf. III. Fig. 2) bei Injectionen der Chylusgefässe der Darmzotten einen Austritt der Masse in das Zottenparenchym beobachtete, wenigstens zu Gunsten eines Theiles der *Heidenhain*'schen Angaben verwerthet werden, und würden die negativen

Erfolge, die *Teichmann* und *His* bei ihren Injectionen der Zotten erhielten, nicht nothwendig schwerer ins Gewicht fallen. Beschreibt doch *His* selbst an dem Epithel des centralen Chylusgefässes Bildungen, die er vermuthungsweise für *Stomata* erklärte, und wenn auch möglicherweise diese Deutung keine richtige war, so wird man doch angesichts der Erfahrungen von *v. Recklinghausen* u. A. über offene Ausmündungen gewisser Theile des Lymphgefässystems (s. unten bei den Gefässen) zur Vorsicht gemahnt und zur Aufstellung der Frage veranlasst, ob nicht auch in den Darmzotten solche Verhältnisse sich finden.

In der That beschreibt nun auch der neueste Autor *Letzerich* sehr auffallende Einrichtungen von den Darmzotten, die, wenn sie sich bestätigten, einen glänzenden Abschluss der vielen Discussionen über diesen Gegenstand ergeben würden. Nach *L.* finden sich zwischen den Epithelzellen eigenthümliche Organe, die sogenannten *Vacuolen*, doppeltcontourirte, nach dem Darmlumen zu offene birn- oder schlauchförmige Bläschen, die, obschon in der Form zellenähnlich, doch nichts mit solchen gemein haben sollen und auch keine Kerne enthalten. Jede *Vacuole* nun geht an ihrem tiefern Ende in einen schmalen Schlauch mit besonderer Wand über, und diese Schläuche bilden, in die Substanz der Zotte eingetreten, ein Röhrchennetz und hängen schliesslich mit dem centralen Chylusgefässe zusammen. Diese *Vacuolen* und Röhren nun, die auch in den *Lieberkühn*'schen Drüsen und im oberen Theile des Dickdarmes sich finden, dagegen im Magen, im untern Theile des Dickdarmes und im Mastdarme fehlen, sind nach *L.* die eigentlichen physiologischen Werkzeuge für die Fett- und Eiweissresorption, und soll nur bei übergrosser Menge von Fett im Darmcanale dasselbe auch in die cylindrischen Epithelzellen eindringen, ohne jedoch von diesen aus in die Chylusgefässe zu gelangen.(!)

Prüft man diese Angaben von *Letzerich*, so ergibt sich, dass denselben wohl gewisse thatsächliche Verhältnisse zu Grunde liegen, dass aber das Wichtigste, das Vorkommen besonderer Resorptionsorgane und die Verbindung derselben mit dem Chylusraume, nicht nachgewiesen ist. Richtig ist das Vorkommen besonderer Elemente im Epithel; es sind jedoch *Letzerich*'s *Vacuolen* nichts anderes als das oben schon besprochene *Epithelium capitatum G.*'s und *Del.*'s, und ist es ganz irrig, wenn *L.* dieselben allgemein als kernlose Gebilde bezeichnet. Ebenso wenig ist es begründet, dass die ächten Cylinderzellen regelrecht kein Fett resorbiren, und ist es wahrlich nach bereits so vielen über die Fettresorption durch diese Zellen angestellten Versuchen nicht nöthig, diesen Satz noch durch neue Erfahrungen zu erhärten. Bleiben somit nur die von *L.* behaupteten Verbindungen des *Epithelium capitatum* mit einem besonderen Canalsysteme und dem centralen Chylusgefässe übrig. In dieser Beziehung ist einmal zu bemerken, dass die Beschreibungen und Abbildungen *L.*'s kein grosses Vertrauen erwecken, namentlich wenn man findet, dass er auch beim »Maikäfer« die *Vacuolen* mit Chylusgefässen im Zusammenhang abbildet (!), und zweitens, dass es mir ebenso wenig wie *Dönitz* gelungen ist, irgend eine Spur eines Canalsystemes und Verbindungen des *Epithelium capitatum* mit den innern Theilen der Zotten zu sehen. Nichts desto weniger halte ich es wie *Eimer* für gerathen, in dieser Beziehung für einmal eines ganz bestimmten Urtheils mich zu enthalten.

Mit Bezug auf die streifigen Säume oder Basalenden der Darmcylinder scheinen nach und nach die Ansichten sich vereinigen zu wollen. Ich verweise daher mit Bezug auf abweichende Ansichten auf die unten angeführten Schriften und die 4. Aufl. des Handbuches und erwähne hier nur Folgendes: 1) Unterliegt es nicht dem geringsten Zweifel, dass die Darmcylinder ganz geschlossen sind und dass der streifige Saum aussen auf der zarten, aber deutlichen Zellenmembran seine Lage hat. Die in Fig. 289 *D.* abgebildeten Zellen, die leicht zu bestätigen sind, obschon auffallenderweise weder *Brettauer* und *Steinach* noch *Balogh* sie gesehen haben, lassen hierüber keinen Zweifel. 2) Eine schwierigere zu entscheidende Frage ist die, ob die streifigen Säume aus Stäbchen oder aus einer hellen Verdickung mit Canälchen bestehen. Dass die streifigen Säume auch in Gestalt eines Saumes von Härchen oder Zäpfchen oder Wärzchen gesehen werden, ist nicht eine Entdeckung von *Brettauer* und *Steinach*, wie Viele zu glauben scheinen, vielmehr habe ich diess schon in meiner ersten Abhandlung über diesen Gegenstand auf das Bestimmteste angegeben (l. i. c.) und zugleich auch die unverstandene Angabe von *Gruby* und *Delafond* über das Vorkommen von Flimmerzellen im Darme des Hundes in Erinnerung gebracht. Ich habe diese Härchen oder Stäbchen von einem Zerfallen des Saumes abgeleitet, weil ich dieselben an frischen, in unschädlichen Flüssigkeiten untersuchten Zellen nie be-

obachtete, und bei dieser Auffassung bleibe ich stehen, um so mehr, da *Brettauer* und *Steinach* auch nicht Einen Grund angeben, warum sie dieselben als natürliche Bildungen ansehen. Abgesehen hiervon mache ich darauf aufmerksam, einmal dass Auflagerungen mit Porencanälchen an Epithel- und Epidermiszellen eine ganz verbreitete Erscheinung sind, wogegen Ablagerungen in Form von Stäbchen mir bisher nur an Eiern von Fischen (Zöttchen der Eier der Cyprinoiden) vorgekommen sind, und zweitens, dass ich und *Welcker* die Porencanälchen auch an Flächenansichten erkannt haben. 3) Poröse (streifige) Säume an Epithelzellen finden sich nicht bloss im Dünndarme, wo sie eine sehr grosse Verbreitung haben, sondern, wie ich zuerst gezeigt (Würzb. Verh. VI. S. 263) und wie später *Leuckart* (Würzb. Verh. VII. S. 193), *ich selbst* (ibid. S. 196; ibid. Bd. VIII), *Wieher* und *Dönitz* bestätigt haben, auch noch an manchen andern Orten, wie im Dickdarme, dem Magen, der Gallenblase, der äusseren Haut verschiedener Thiere. Ich leitete hieraus den Schluss ab, dass solche Säume eine allgemeine Erscheinung sind und überhaupt zu den Resorptionsvorgängen der Zellen in Beziehung stehen (l. c. Bd. VII. S. 196), dagegen kann ich *Dönitz* nicht Recht geben, wenn er aus den vergleichend anatomischen Thatsachen folgert, dass die porösen Säume mit der Fettresorption nichts zu thun haben. 4) Die streifigen Säume der Darmcylinder sind eine Ausscheidung der Zellen oder eine Cuticularbildung und kommen in wechselnder Mächtigkeit vor (*ich*), daraus folgt aber noch nicht, dass dieselben etwas zufälliges sind, wie *Wiegandt* und *Dönitz* glauben, denn dieselben fehlen an normalen Zellen nie und werden nur in den Fällen vermisst, in denen die Zellen in der Form des *Epithelium capitatum* auftreten (s. oben). Uebrigens sind die Gründe, warum die Säume in verschiedener Stärke auftreten, noch weiter zu erforschen.

In Betreff des Baues der Darmmucosa sei hier noch im Besonderen die Begrenzungsschicht derselben gegen das Epithel erwähnt. *Dönitz* hält dieselbe für eine besondere *Basement membrane* von gleichartiger Beschaffenheit, und hat sie im Zusammenhange mit der *Membrana propria* der Drüsen für sich dargestellt (l. i. c. Fig. 13). *Eberth* spricht sich über die Bedeutung des »Grenzsaumes« der Zotten, der bei verschiedenen Thieren meist mit der anliegenden Capillarschicht sich ablöste, nicht näher aus, beschreibt dagegen in demselben die Oeffnungen, die vielleicht schon *J. Müller* (Phys. 3. Aufl. I. S. 265. 4. Aufl. S. 208 Note) und später *Virchow* (Würzb. Verh. IV. S. 353) gesehen hatte. Am schönsten fand er dieselben bei der Ratte, wo der Saum bald einer durchlöcherten Haut mit Oeffnungen von 3—4 μ, bald einem von grösseren oder kleineren Maschen von 2—15 μ durchbrochenen Netzwerke glich und nur äusserst selten Kerne enthielt. Weniger gross und zahlreich sind die Oeffnungen beim Kaninchen, der Katze, dem Rinde und Menschen. — Beim Karpfen, dem Frosche und der Schildkröte war der Grenzsaum nicht darstellbar und zeigte nur bei ersterem kleine und spärliche Lücken. — Diese Beobachtungen *Eberth's* habe ich bei Säugern zu bestätigen Gelegenheit gehabt, und halte ich nach meinen Erfahrungen den Grenzsaum für nichts als eine dichtere, äusserste Lage der netzförmigen Bindesubstanz der *Mucosa*, in der die Kerne der ursprünglich vorhandenen Zellen meist geschwunden sind. Somit entspricht diese Lage ganz der Begrenzungsschicht der Follikel der folliculären Drüsen, und wären die Lücken, deren Nachweis *Eberth* gelungen ist, den Maschen der netzförmigen Bindesubstanz gleich zu setzen.

Die Epithelzellen des Dünndarmes zeigen nicht immer eine regelmässig walzenförmige Gestalt mit tieferem, meist etwas verschmälertem Ende, vielmehr kommen auch abweichende Formen vor, die besonders *Eberth* naturgetreu geschildert hat, wie am freien Ende verschmälerte oder innen in schmale cylindrische oder in bandartige Ausläufer übergehende, oder mit kürzeren Spitzen versehene Zellen u. s. w. — Bei Anwendung von Reagentien werden diese Zellen z. Th. sehr verändert, wie ich gegen *Heidenhain* nachgewiesen (4. Aufl. S. 447), und namentlich stark verlängert, welche Form *Dönitz* wie mir scheint mit Recht von einer Dehnung der Zellen durch das schrumpfende Schleimhautgewebe ableitet.

Ausser den cylindrischen Zellen finden sich im Dünndarmepithel auch rundliche Zellen, die möglicherweise *E. H. Weber* veranlasst haben, eine zweite Lage rundlicher Epithelzellen anzunehmen (*Müll.* Arch. 1847). Das offenbar unrichtige dieser Annahme, die auf die Zellen im Schleimhautgewebe sich bezieht, hat die richtige Erkenntniss der erstern Zellen lange Zeit verhindert und ist *Rindfleisch* der erste, der beim Frosche zwischen den Darmcylindern rundliche Zellen gesehen hat (*Virch.* Arch. 22. S. 274. Taf. V. Fig. 3). Ausführlicheres meldet *Eberth* (l. s. S. 29), der bei allen untersuchten

Thieren (Kaninchen, Ratte, Katze, Hund, Gans) solche Zellen fand, jedoch nirgends i zusammenhängender Lage, sondern nur da und dort zu einer oder in Reihen von 2—4 Zelle zwischen den gewöhnlichen Cylinderzellen. Eine bestimmte Deutung dieser Zellen, die i für den Frosch bestätigen kann, wo ich sie jedoch viel grösser als *Rindfleisch* find wagt *Eberth* nicht, doch denkt er vor allem an Einwanderungen der lymphkörperche artigen Zellen aus der *Mucosa*, und erinnert an den porösen Grenzsaum der *Mucosa* u *v. Recklinghausen*'s wandernde Zellen. Andere Möglichkeiten sind die, dass die Zellen mit einer Vermehrung der Epithelzellen durch Theilung oder einer Art Abstossung des einen Zellenendes in Zusammenhang stehen. Vorgänge der letztern Art glauben, wie oben schon erwähnt, *Donders* und *ich* beim *Epithelium capitatum* gesehen zu haben, und für eine Vermehrung der Epithelzellen sprechen frühere Beobachtungen *Eberth*'s über den Darm der Ente (*Virch.* Arch. 21. S. 106). Hier fand sich eine reichliche Bildung endogener Zellchen in den Epithelialcylindern in der Art, dass der Kern derselben oft wiederholt sich theilte und der Inhalt um die 2—4 Kerne zu runden Haufen sich ballte, welche dann als Schleimkörperchen frei wurden, während der Rest der Zelle ausfiel. Solche zur Abstossung bestimmte Zellen könnten auch die runden, zwischen den Cylindern liegenden Zellen sein, an welche Möglichkeit auch *Eberth* gedacht hat. Hier ist nun noch zu erwähnen, einmal dass in pathologischen Fällen aus den Epithelzellen auch Eiterzellen hervorgehen können, wie Beobachtungen von *Buhl*, *Remak* und *Rindfleisch* lehren (*Virch.* Arch. Bd. 16, 188; 20, 198; 21, 480, 486), und zweitens, dass in neuester Zeit auch *Th. Eimer* sich anschliessend an die Schilderungen von *Donders* und *mir*, die Zellen des *Epithelium capitatum* mit einer Zellenvermehrung in Zusammenhang bringt und sie desshalb »Schleim- oder Eiterbecher« nennt. *Eimer* weicht jedoch darin von *mir* ab, dass er diese Zellen als »selbständige, von den Epithelzellen durchaus verschiedene Gebilde« ansieht und hierin *Letzerich* und *F. E. Schulze* beistimmt, wogegen *Dönitz* dieselben einfach als Kunstproducte betrachtet. Mir scheint, dass in dieser Beziehung noch weitere Erfahrungen abzuwarten sein werden, immerhin mache ich schon jetzt auf folgendes aufmerksam. Es gibt bei niederen Thieren und auch, wie ich gefunden, bei einem Fische (*Lepidosiren*) in Epithelialgebilden ächte einzellige Drüsen, die, obschon vom Werthe von Epithelialzellen, doch von solchen zu unterscheiden sind, und liegt daher die Möglichkeit vor, dass auch die Zellen des *Epithelium capitatum* eine solche Bedeutung haben. Es spricht jedoch hiergegen, dass dieselben an Zahl sehr wechselnd sind und zweitens nicht immer Oeffnungen besitzen (Fig. 291). — Es sind übrigens solche »Drüsenzellen der Epithelien« sehr verbreitet. Ich habe sie auch im Magen und Dickdarme gefunden (Würzb. Verh. VI), ferner zählen wohl die »Schleimzellen« *Leydig*'s der Fische und Amphibien, die »Drüsenzellen« der Lunge der Amphibien von *Gegenbaur* hierher, und *Oedmansson* (Hygiea 1863) und *Eimer* finden dieselben auf fast allen Schleimhäuten der Wirbelthiere, mag das Epithel so oder so beschaffen sein. Ich gebe hier noch eine Abbildung derselben vom Frosche, wo sie besonders im Dickdarme ausgezeichnet schön sind, jedoch nur z. Th. Oeffnungen besitzen.

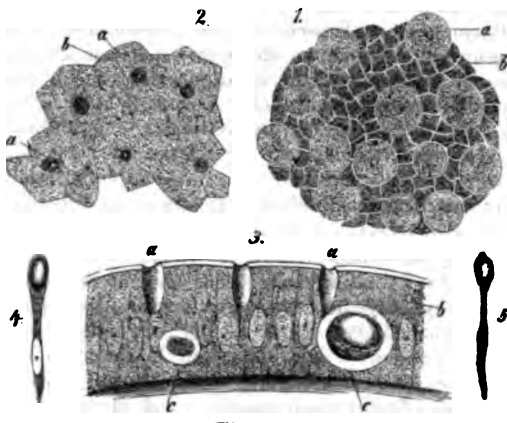


Fig. 291.

Fig. 291. Vom Darmepithel des Frosches. 200mal vergr. *a.* Drüsenzellen des Epithels, z. Th. mit Oeffnungen, *b.* gewöhnliche Epithelzellen, 1. Epithel des Dickdarmes von der Fläche, 2. Epithel des Dünndarmes von der Fläche, 3. dasselbe im scheinbaren Durchschnitte. Hier sieht man die *Cuticula*, drei Drüsenzellen und zwei runde Zellen inmitten des Epithels, von denen die eine eine eigenthümliche gelbe Inhaltsmasse darbot. 4. u. 5. Zwei Drüsenzellen des Dünndarms für sich dargestellt, die eine mit einem Kern. *1—3 mit Kochsalz* von $^1/_2$% behandelt, 4. u. 5. in sehr verdünnter Essigsäure dargestellt.

Das Cylinderepithel bekleidet in der Regel die Schleimhaut ganz genau als eine einfache, überall gleich dicke Schicht, doch scheinen auch andere Verhältnisse vorzukommen, und glaube ich an verkürzten Zotten (Fig. 286) die Wahrnehmung gemacht zu haben, dass das Epithel gefaltet auf der mehr glatten Oberfläche der Zotte liegt. Hierher zählen vielleicht auch die Angaben von *Rindfleisch* (l. c. Tab. V. Fig. 7) und *Thiersch* (Epithelialkrebs, S. 65) über Zottenspitzen bei Ratten und Katzen, die einzig und allein von Epithel gebildet werden. Bei Katzen, die einige Tage gefastet hatten, sah *Th.* sogar die halbe Zotte nur aus Epithel zusammengesetzt. Wenn *Th.* nicht meldete, dass solche Zotten noch einmal so lang waren als die andern und nur streckenweise vorkamen, so würde ich unbedingt eine Retraction der eigentlichen Zotte als Erklärungsgrund aufstellen, um so mehr, da *Dönitz* (l. c. pag. 385) solche Zotten nicht zu beobachten im Stande war, so aber wird die Sache weiterer Prüfung empfohlen werden müssen.

Bei der Fettaufsaugung füllen sich, wie im Jahre 1842 *Goodsir* zeigte, zuerst die Epitheliumcylinder oft der ganzen Zotten, oft nur der Spitzen (letzteres ist deswegen so häufig, weil die Zotten, wenn sie ausgedehnt sind und der Darm verkürzt ist, oft so dicht beisammen liegen, dass nur ihre Spitzen dem Darminhalte zugängig sind) mit feinen Fettkörnchen oder grösseren Fetttropfen. Nach den Untersuchungen von *Donders*, *Brücke* und *mir* ist es wohl nicht zweifelhaft, dass das Fett nur in der Form unmessbar feiner Molecüle aufgesaugt wird, und kann, da nun auch von *mir* und *Donders*, freilich in seltenen Fällen, solche Molecüle auch in der porösen dicken Basalmembran der Epithelialcylinder beobachtet worden sind, kaum bezweifelt werden, dass diese Poren die Wege abgeben, auf denen die Fettmolecüle in die Zellen dringen. Die grösseren Fetttropfen, die man so häufig in den Zellen findet, sind secundäre Bildungen; entweder fliessen die Tropfen im Leben zu grösseren Massen zusammen oder es geschieht dies erst in der Leiche. Die weiteren Wege des Fettes sind von der Anatomie noch nicht aufgedeckt, doch steht meiner Meinung zufolge der Annahme nichts entgegen, dass in den Theilen, in denen, wie in den innern Theilen der Epithelialzellen und Membranen der Chylusgefässe, das Mikroskop noch keine Poren aufgedeckt hat, solche sich finden, da, wie ich schon darauf aufmerksam gemacht habe, Poren in dünnen Membranen nur dann zur Anschauung kommen können, wenn sie weit sind.

Im Gewebe der Zotten findet man an der Spitze oft zwei oder mehrere grosse Kugeln von festem oder von flüssigem Fette, was nach *Donders* von einer nach dem Tode sich einstellenden Trennung des eingedrungenen Fettes herrührt.

Unter regelrechten Verhältnissen fehlt eine ausgedehntere Abstossung von Epithelzellen im Darme ganz und gar, wohl aber findet sich eine solche in Krankheiten, z. B. in der Cholera. Die Art und Weise, wie bei ausgedehnten Ablösungen des Epithels die Neubildung sich macht, ist nicht untersucht. Entweder bleiben die tieferen Theile der Epithelzellen stehen und stellen sich aus ihnen die Zellen wieder vollständig her, oder es dienen Elemente der Schleimhaut selbst zur Wiederbildung des Epithels, mit Bezug auf welche Möglichkeit jedoch noch keinerlei Beobachtungen vorliegen.

§. 152.

Drüsen des Dünndarmes. Der Dünndarm enthält nur zweierlei wirkliche Drüsen, nämlich 1) schlauchförmige, die überall in der Schleimhaut selbst ihren Sitz haben, und 2) traubenförmige im submucösen Gewebe des *Duodenum*.

Die traubenförmigen Drüsen oder, wie sie nach ihrem Entdecker gewöhnlich heissen, die *Brunner*'schen Drüsen bilden im Anfange des *Duodenum* an der äussern Seite der *Mucosa* eine zusammenhängende Drüsenlage, die hart am *Pylorus* am entwickeltsten und dichtesten ist, so dass hier ein nicht unbeträchtlicher Drüsenring entsteht und etwa bis zur Einmündung des Gallenganges sich erstreckt. Hat man an einem aufgespannten oder aufgeblasenen *Duodenum* die zwei Lagen der *Musculosa* abgelöst, so erkennt man die Drüsen leicht als gelbliche, rundlicheckige, abgeplattete Körperchen von 0,2 — 3,4 mm, im Mittel 0,5 — 1 mm, die, von etwas Bindegewebe umhüllt, hart an der Schleimhaut ansitzen und kurze Ausführungsgänge

[illegible] aufzufinden. Bezüglich auf den feineren Bau, so stimmen die *Brunner*'schen Drüsen, deren Endbläschen 68—130 μ, selbst 180 μ messen, ganz mit den traubenförmigen Drüschen der Mundhöhle und der Speiseröhre überein. Das Secret ist ein alkalischer Schleim ohne Formelemente, der keine verdauende Wirkung auf geronnene Proteinverbindungen hat und wahrscheinlich bloss mechanischen Zwecken dient.

Die schlauchförmigen oder *Lieberkühn*'schen Drüsen (*Gl. Lieberkühnianae* [illegible]) finden sich über den ganzen Dünndarm und Zwölffingerdarm verbreitet als sehr zahlreiche, gerade und enge, durch die ganze Dicke der Mucosa sich erstreckende, am Ende leicht angeschwollene, sehr selten gabelig gespaltene Schläuche (bei Thieren sind dieselben häufig zwei- und dreigetheilt). Ueber ihre Menge erhält man am besten einen Begriff, wenn man die Schleimhaut bei schwächeren Vergrösserungen auf senkrechten Durchschnitten oder von oben betrachtet. Im erstern Falle sieht man Schlauch an Schlauch, fast ohne Zwischenraum wie Pfähle dicht aneinander stehen (Fig. 280), im letztern nimmt man wahr, dass die Drüsen denn doch nicht überall sich finden, sondern nur die Zwischenräume zwischen den Zotten einnehmen, hier aber allerdings in solcher Zahl vorhanden sind, dass sie so zu sagen keinen weitern Raum übrig lassen und die Schleimhautoberfläche zwischen den Zotten siebförmig durchlöchert aussieht. Selbst auf den *Peyer*'schen Platten (Fig. 280) und den solitären Follikeln finden sich noch solche Drüsen, nur lassen sie hier beim Menschen die Theile der *Mucosa*, die unmittelbar über der [illegible] sich finden, frei und stehen daher mehr in Form von Ringen um [illegible]. Die Länge der *Lieberkühn*'schen Drüsen ist gleich der Dicke der Schleimhaut und wechselt von 450—320 μ, ihre Breite von 63—80 μ; die [illegible] beträgt 15—67 μ. Dieselben bestehen aus einer zarten, gleichartigen [illegible] und einem cylindrischen, auch während der Chylusbildung nie fett[illegible] Epithel ähnlich demjenigen des Darmes, das im Leben deutlich eine mit [illegible] Ausscheidung, dem sogenannten Darmsafte, gefüllte Höhlung [illegible] im Tode jedoch und bei Zusatz von Wasser ungemein leicht sich [illegible], so dass die Drüsen mit Zellen oder einer körnigen Masse ganz gefüllt [illegible]. Nach [illegible] und *F. E. Schulze* finden sich auch im Epithel dieser [illegible] oben geschilderten »Drüsenzellen«.

Die [illegible] der *Brunner*'schen Drüsen verhalten sich ganz wie die der [illegible], während die der *Lieberkühn*'schen Schläuche genau denjenigen [illegible]. Um die Schläuche herum zieht sich ein feines Capillarnetz mit [illegible] in die Höhe, das an der Oberfläche der Schleimhaut in ein zier[illegible] Netz etwas weiterer (von 22 μ) Gefässe übergeht, das theils mit [illegible] zusammenhängt, theils unmittelbar in Venen sich fort[illegible] geradenweges durchbohren, nachdem sie vorher noch mit [illegible] haben.



Fig. 282.

[illegible] sche Drüsen vom Schweine. Vergr. 60. *a. Membrana propria*

§. 153.

Geschlossene Follikel des Dünndarmes. In den Wänden des Dünnrmes finden sich Bläschen eigenthümlicher Art einzeln oder in Haufen, deren ananische sowohl wie physiologische Bedeutung noch nicht ganz aufgehellt ist, und : daher vorläufig am passendsten unter einem allgemeinen Namen zu beschreiu sind.

Die wichtigsten derselben sind die *Peyer*'schen Haufen oder Platten, *gmina Peyeri* (*Peyer*'sche oder Haufendrüsen, *Glandulae Peyerianae s. minatae* der Autoren) (Figg. 280, 293, 294). Dieselben stellen meist länghrunde oder rundliche, abgeplattete, ohne isnahme am freien, der Anheftung des *Mesenium* abgewendeten Darmrande der Länge nach rlaufende Organe dar, die am deutlichsten von nen als nicht ganz scharf umschriebene, leicht rtiefte und kahlere Flecken sich zeigen, aber ch von aussen an einer kleinen Wölbung der ırmwand zu erkennen sind und bei durchfallenm Lichte als dunklere Stellen sich kund geben. r Sitz dieser Haufen ist in den meisten Fällen r Krummdarm, *Ileum*, doch finden sie sich auch r nicht selten im untern Theile des *Jejunum*, hie d da selbst in der obern Hälfte desselben bis he an's *Duodenum* und sogar in der *Pars horiıtalis inferior duodeni* (*Middeldorpff*, *ich*). gewöhnlichen Fällen ist ihre Zahl 20—30, da, sie auch höher sich finden, steigt dieselbe jech bis 50 und 60, immer aber stehen sie im tersten Theile des *Ileum* am dichtesten. Die ·össe der einzelnen Haufen wird, je mehr man m *Coecum* sich nähert, in der Regel um so beutender, und beträgt die Länge meist von – 4 Cm, kann aber auch nur 6,5 mm sein oder zu 8—13, selbst 30 Cm steigen, ihrend die Breite 6—11—20 mm misst. Die *Kerkring*'schen Falten sind da, wo : Haufen liegen, gewöhnlich unterbrochen, doch findet man im *Jejunum* die Falten ch auf den *Peyer*'schen Haufen, und im *Ileum* statt derselben häufig Reihen dichter hender Zotten.

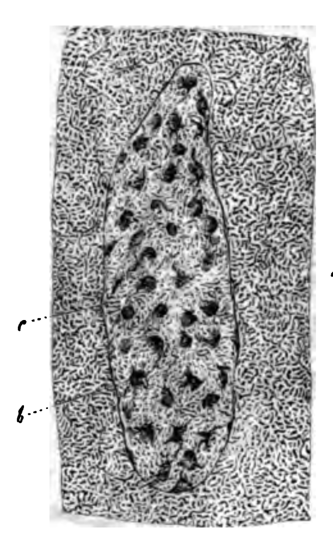


Fig. 293.

Genauer untersucht ergibt sich ein jeder *Peyer*'scher ıufen als eine Vereinigung von mehr weniger schlossenen, rundlichen oder nach der Darmhle zu leicht kegelförmig verschmälerten 0,4—2,2 mm ɔssen Follikeln, die dicht neben einander, zum Theil der Schleimhaut selbst, zum Theil im submucösen Gebe ihre Lage haben, und einerseits nur 45—68 μ von : Schleimhautoberfläche entfernt sind, andererseits unttelbar an die eigentliche *Musculosa* angrenzen, die hier

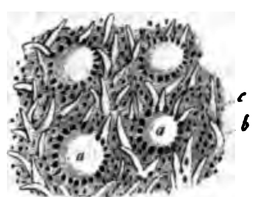


Fig. 294.

Fig. 293. Ein *Peyer*'scher Haufen des Menschen, 4mal vergr. *a.* Gewöhnliche ıleimhautfläche mit Zotten, *b.* Vertiefungen auf dem Haufen, entsprechend den Follikeln, Zwischensubstanz mit kleinen Zotten.

Fig. 294. Stück eines *Peyer*'schen Haufens eines Greises nach *Flouch*. *a.* Follikel t den Mündungen der *Lieberkühn*'schen Drüsen rings herum, *b.* Zotten, *c.* mehr einn stehende *Lieberkühn*'sche Drüsen.

etwas fester an der *Mucosa* haftet. Von der Höhle des Darmes aus betrachtet, fallen an denselben beim Menschen vor Allem viele kleine, 0,7—2,2 mm von einander abstehende rundliche Vertiefungen auf, welche den einzelnen Follikeln entsprechen und auch an ihrem Boden durch dieselben leicht gewölbt vorspringen, jedoch durchaus keine Zotten tragen. Der übrige Theil der Platten wird von gewöhnlichen Zotten oder netzförmig zusammenfliessenden Fältchen und Oeffnungen von *Lieberkühn*'schen Drüsen eingenommen, welche letzteren besonders als ein Kranz von 6—10 und mehr Oeffnungen, der *Corona tubulorum* der Autoren, rings um die von den Follikeln bedingten leichten Erhebungen angeordnet sind.

Ein jeder Follikel einer Platte besteht wesentlich aus drei Theilen, einer Hülle, einem innern zarten Maschenwerke (*Reticulum*) und vielen in den Lücken desselben enthaltenen lymphkörperchenartigen Zellen. Ausserdem führen dieselben noch zahlreiche Blutgefässe. Das Maschenwerk, von *Billroth* entdeckt, stimmt ganz und gar mit dem der Tonsillen, der Lymphdrüsen u. s. w. überein, mit andern Worten, es ist dasselbe so gebildet, wie das der netzförmigen oder cytogenen Bindesubstanz (s. §. 23) und besteht somit theils aus sternförmigen, netzförmig vereinten Bindegewebskörperchen, theils aus einem aus solchen Zellen hervorgegangenen, kernlosen, zarten Fasergerüste, welche beide Formen, je nach den verschiedenen Thierarten und je nach dem Alter der Geschöpfe, bald für sich, bald gemengt auftreten. An der Oberfläche der Follikel verdichtet sich dieses *Reticulum* in eine bald mehr, bald minder derbe, jedoch nie besonders feste Hülle, von der einige Beobachter annehmen, dass sie an besonderen Stellen fehle, was mir jedoch für die Mehrzahl der Fälle entschieden nicht richtig zu sein scheint. Dagegen habe auch ich jetzt davon mich überzeugt, dass benachbarte Follikel nicht selten untereinander zusammenhängen, ohne jedoch diess für die Regel zu halten.

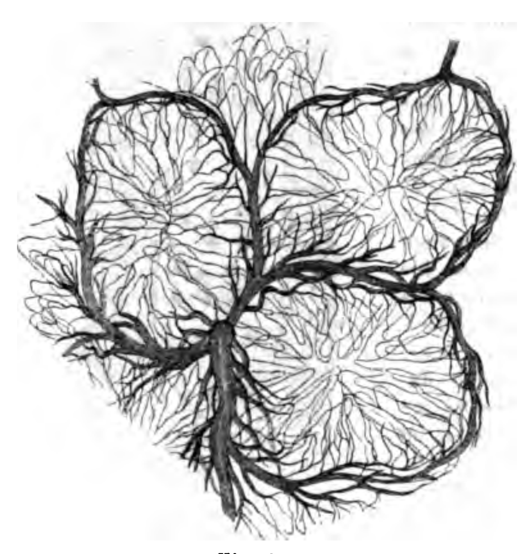


Fig. 295.

In den Maschen dieses *Reticulum* findet sich etwas Flüssigkeit und vor Allem unzählige rundliche Zellen von 9—18 μ mit einfachen oder mehrfachen Kernen, welche Zellen frisch ganz gleichartig und mattgrau aussehen, durch Wasser und Essigsäure dagegen sich aufhellen und dann vergehen, während zugleich die Kerne körnig werden und sehr deutlich hervortreten. Inmitten dieser Elemente, die hie und da auch Fett in Körnchen enthalten und, wie die Vergleichung ihrer verschiedenen Formen lehrt, in einem beständigen Vermehrungsvorgange durch Theilung begriffen sind, finden sich, wie *Frey* und *Ernst* bei Thieren entdeckten und *ich* für den Menschen bestätigte, zahlreiche, aber sehr feine Blutgefässe von 3.3—9 μ, die mit einem reichen, die Follikel umspinnenden Gefässnetze zusammenhängen, und selbst an dem ganz frischen, mit Sorgfalt herausgenommenen Inhalte der Follikel von Thieren (Schwein z. B.) mit Leichtigkeit sich erkennen lassen. In manchen Follikeln ist nach

Fig. 295. Flächenschnitt aus der Mitte von drei *Peyer*'schen Kapseln des Kaninchens, um die Gefässe im Innern derselben zu zeigen. Nach einer Injection von *Frey*.

is die Mitte stellenweise oder ganz und gar ohne Gefässe, welche dann im Umeise mit Schlingen enden, während zugleich in der Mitte das *Reticulum* fehlt oder rkümmert ist.

Von den Lymphgefässen der *Peyer*'schen Haufen war bis vor Kurzem nig bekannt. So viel stand fest, dass die Menge der zur Verdauungszeit n den *Peyer*'schen Haufen mmenden Chylusgefässe össer ist, als an andern ellen des Darmes, obschon f ihnen unentwickeltere und spärhere Zotten sich befinden, dagen war vollkommen unbekannt, e diese Gefässe im Innern sich rhalten. Jetzt ist durch die Intionen von *Hyrtl* bei Vögeln d von *Teichmann* bei Säugeeren, sowie durch die Untersuchgen von *His* und *Frey* erwiesen, ss die Follikel im Innern keine mphgefässe besitzen. Die von a Darmzotten kommenden Stämmen bilden in der *Mucosa* ein reichhes Netz und von diesem gehen ch *Teichmann* Gefässe ab, lche mit Netzen die Follikel umicken, woselbst sie oft auffallend itt gedrückt sind, und dann unhalb derselben in klappenhaltige fässe der *Submucosa* sich fortzen. Nach *His* sind die *Teichmann*'schen Netze um die Follikel sgedehnte, die Follikel oft ganz igebende Lymphsinus, welche, e schon *v. Recklinghausen* zeigte, von demselben platten Epithel ausgekleidet sind, e die entsprechenden Gefässe der Zotten. Diese Angaben sind leicht zu bestätigen, und ssen nach meinen Erfahrungen im *Proc. vermiformis* des Kaninchens (Fig. 296) die mphsinus 0,1—0,7 mm und ihre Epithelzellen 30—58 μ. Für weitere Einzelnheiten rweise ich auf die ausführliche Abhandlung von *Frey* (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 13).

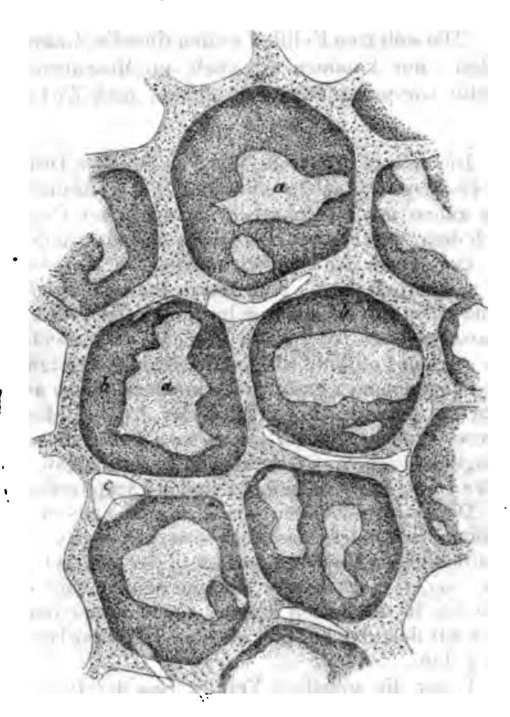


Fig. 296.

Die solitären Follikel (*Glandulae solitariae*) stimmen t den einzelnen Elementen der *Peyer*'schen Haufen in Grösse, ıalt (auch die Gefässe im Innern sah ich hier, selbst beim nschen) und sonstigem Baue so vollkommen überein, dass e Trennung derselben um so weniger gerechtfertigt ist, als t Bezug auf die Zahl der Follikel alle möglichen Verhältnisse funden werden, und es auch, wenigstens bei Thieren, *yer*'sche Haufen mit 2, 3—5 Follikeln gibt. Beim



Fig. 297.

Fig. 296. Flächenansicht der unteren Seite der *Peyer*'schen Drüsenmasse des *Proc. miculuris* des Kaninchens bei durchfallendem Lichte. Vergr. 21. *a.* freie von Lymphus nicht bedeckte Theile der Follikel. *b.* Lymphsinus durch Höllensteininjection dargestellt, Lücken im Netze der Lymphsinus, die auf die Zwischenräume zweier Follikel treffen.

Fig. 297. Ein solitärer, mit Zotten besetzter Follikel aus dem Dünndarme. Nach *hm.* Geringe Vergrösserung.

Menschen ist, wie alle Beobachter mit Recht angeben, ihre Menge äusserst wechselnd: bald gelingt es nicht, einen einzigen zu finden, bald ist der Darm bis in die Klappenränder ganz übersät mit ihnen, oder endlich finden sie sich im *Ileum* und *Jejunum* in gewisser, nicht übermässiger Zahl. Ihr gänzlicher Mangel darf wohl als ein regelwidriges Verhältniss bezeichnet werden, da sie bei Neugeborenen und in Leichen von Gesunden beständig, und zwar reichlicher im *Jejunum* als im *Ileum*, vorhanden sind. Die solitären Follikel zeigen dieselbe Lagerung, wie die Elemente der *Peyer*'schen Platten, nur kommen sie auch am Mesenterialrande vor und tragen auf ihrer meist gewölbt vorspringenden Darmfläche auch Zotten.

Die feinere Anatomie der *Peyer*'schen Drüsen ist in neuester Zeit besonders durch ***Heidenhain***, ***Teichmann*** und ***His*** gefördert worden. ***Heidenhain*** hat nach ***Billroth*** zuerst mit Bestimmtheit im Innern der *Peyer*'schen Follikel ein Balkennetz gesehen gleich dem, welches von *Donders* und *mir* in den Lymphdrüsen aufgefunden worden war.

Der Werth der Untersuchungen von *Teichmann* in Betreff der *Peyer*'schen Drüsen liegt namentlich darin, dass durch ihn eine durch *Brücke* angeregte Frage über das Vorkommen von Chylusgefässen im Innern der Follikel zu einem, wie es scheint, sichern Abschlusse gelangt ist. Nach ***Teichmann*** nämlich entspringen weder vom Grunde der *Peyer*'schen Follikel, als unmittelbare Fortsetzung dieser, Chylusgefässe, wie ***Brücke*** zuerst angenommen hatte, noch kommen solche aus dem Innern derselben heraus, vielmehr ergibt die gelungenste Injection der *Mucosa*, dass die genannten Gefässe an den Follikeln nur vorbeigehen. Nach ***Teichmann*** haben diese Gefässe wirkliche Membranen, was ***His*** anfänglich läugnete, später aber in so fern zugab, als er hier dasselbe Epithel fand, welches *v.* ***Recklinghausen*** in den feinsten Lymphgefässen überhaupt nachgewiesen hatte.

Die Untersuchungen von ***His*** sind, ausser durch die genauere Erforschung der Chylusräume, besonders dadurch bemerkenswerth, dass von ihm zuerst das Vorkommen des eigenthümlichen Gewebes im Innern der Follikel (adenoide Substanz, *His*; cytogene Substanz, *mihi*) auch in der übrigen Schleimhaut des Darmes und seine weite Verbreitung selbst bis in die Zotten hinein, sowie ferner der unmittelbare Zusammenhang dieses Gewebes mit dem der Follikel als eine **allgemeine Erscheinung** dargethan wurde (siehe oben §. 146.)

Ueber die sonstigen Verhältnisse der *Peyer*'schen Drüsen bringe ich nun noch Folgendes bei. Wenn auch die Follikel derselben, wie seit ***Henle*** und ***Brücke*** viele Beobachter gesehen haben, in einzelnen Fällen untereinander zusammenhängen, so darf es doch wohl bei den meisten Geschöpfen als Regel angesehen werden (eine Ausnahme hiervon macht nach ***His*** das Kaninchen), dass die Mehrzahl derselben von einander ganz abgegrenzt ist. Dagegen hängen dieselben wohl immer und zwar seitlich in der Höhe der *Muscularis mucosae* mit dem cytogenen Gewebe der *Mucosa* ohne scharfe Grenze zusammen. Die Lage der Follikel ist verschieden. Offenbar sind dieselben eigentlich und ursprünglich Bildungen des submucösen Gewebes, doch ragen sie in der Regel durch Lücken der *Muscularis mucosae* in die eigentliche Schleimhaut hinein. In den einen Fällen nun erreichen die Follikel die Schleimhautoberfläche nicht und verlieren sich dann ohne scharfe Grenze im cytogenen Gewebe der *Mucosa*, wie im *Ileum* der Katze nach ***His*** (l. i. c. Fig. 13). In andern drängen sie sich an die Schleimhautoberfläche heran und erheben dieselbe hügelförmig, wie beim Menschen und Schafe (***His*** l. c. Fig. 6), oder in Gestalt von zottenähnlichen Bildungen, die oft sehr entwickelt sind, wie beim Kaninchen (***His*** Fig. 5), beim Schweine, beim Kalbe (Fig. 280) und andern. In diesen Fällen allen sind die Follikelkuppen unmittelbar von Darmepithel begrenzt und liegen in Gruben, die von den weiter einwärts gelegenen eigentlichen, jedoch nicht überall gut entwickelten Zotten überragt werden, während die *Lieberkühn*'schen Drüsen so ziemlich in einer Ebene mit den Follikelkuppen liegen. Für diese Fälle scheint mir die Bezeichnung, dass die Follikel nach innen gut begrenzt sind, die passendste, und halte ich es nicht für zweckmässig, die Darmerhebungen, die die Enden der Follikel enthalten, als Zotten zu bezeichnen, mit deren cytogenem Gewebe die Follikel ohne scharfe Grenze zusammenhängen, da diese Erhebungen im Bau von den Zotten erheblich abweichen und namentlich keine Chylusgefässe und Muskeln führen.

Die Blutgefässe der Follikel zeigen nach *His* ein verschiedenes Verhalten. Bei den

meisten Geschöpfen erreichen die Ausläufer der Stämmchen, die immer um die Follikel herumliegen, die Mitte nicht und biegen die Capillaren vor derselben schlingenförmig um, so dass die Mitte, um so mehr da hier auch das *Reticulum* unentwickelt ist oder fehlt, wie eine Art Hohlraum erscheint. In andern Fällen gehen jedoch die Gefässe stellenweise quer durch die Follikel hindurch (s. *His* Fig. 5) und bilden in deren Mitte ein Capillarnetz, während die andern Stellen, wie vorhin gemeldet, sich verhalten. Nach *Frey* hat auch die Mitte der Follikel stets Gefässe. Die Zwischensubstanz der Follikel, die die Blutgefässstämmchen trägt, ist im submucösen Gewebe gewöhnliches Bindegewebe mit Bindegewebskörperchen, dagegen besteht die Hülle der Follikel selbst, auch wo sie noch so scharf erscheint, wie *W. Krause* richtig angibt, aus nichts als aus dichten Netzen desselben *Reticulum*, das auch im Innern sich findet.

Die physiologische Bedeutung der Follikel anlangend, so hat die Ansicht, die *His* vertritt, offenbar sehr viel für sich, die nämlich, dass die lymphkörperchenartigen Zellen im Innern derselben zum Uebertritte in die umgebenden Chylusräume bestimmt sind, wonach somit die alte Ansicht von *Brücke* und *mir*, wonach die *Peyer*'schen Haufen (und die solitären Follikel) zu den Lymphdrüsen gehören, in neuer und bestimmterer Form als früher als begründet sich erwiese. Allerdings lassen sich die Follikel, wie *Teichmann* gezeigt hat, nicht von den Lymphgefässen aus injiciren und enthalten keine Masse, auch wenn die *Mucosa* bis in die Zotten aufs Vollständigste injicirt ist. Allein diess scheint mir wie *His* noch nicht zu beweisen, dass im Leben keine Verbindungen der Follikel und der umgebenden Chylusräume da sind. Vielleicht dass eine Injection der Chylusräume die Follikel allzusehr zusammendrückt, oder es macht sich der Uebertritt in der einen Richtung leichter als in der andern, oder es gehört vielleicht eine besondere Füllung und Schwellung der Follikel durch vom Darme aus aufgesaugte Flüssigkeiten und Erweiterung ihrer Blutgefässe dazu, um den Uebertritt zu gestatten. In der That ist nun auch die Schwellung der *Peyer*'schen Drüsen während der Aufsaugung leicht zu sehen, und haben auch *Brücke*, *ich* und *W. Krause* bewiesen, dass ihre Follikel um diese Zeit auch durch aufgenommenes Fett selbst milchweiss werden können. Dringt Fett in die Follikel hinein, so wird es wohl sicher auch wieder herausgehen und in die Chylusräume gelangen, und scheint somit wenigstens für diesen Fall die Verbindung mit den Chylusräumen sehr wahrscheinlich. Die Zellen anlangend, erinnere ich auch noch an meine Beobachtung, dass die Chylusgefässe, die von *Peyer*'schen Haufen kommen, entschieden mehr Zellen führen als die von andern Stellen des Darmes. — Alles zusammengenommen erscheint mir die Hypothese von *His* als eine sehr zusagende, doch gebe ich zu, dass dieselbe noch nicht so gesichert ist als es wünschbar wäre, und erlaube ich mir überdiess in Betreff der cytogenen Substanz der Darmschleimhaut die Ansicht auszusprechen, dass es mir nicht nöthig erscheint, dieses Gewebe überall, wo es auftritt, in eine unmittelbare Beziehung zur Bildung der Lymphzellen zu setzen. Es will mir vorkommen, als ob dieses Gewebe an vielen Orten nichts als indifferente Ausfüllungsmasse sei, welche eine gewisse Vergleichung mit dem Fettgewebe zulässt, das ja in seiner embryonalen Form mit dem cytogenen Gewebe fast übereinkommt.

§. 154.

Schleimhaut des Dickdarmes. Dickdarm und Dünndarm stimmen im Baue ihrer Schleimhaut in so vielen wesentlichen Puncten überein, dass es hinreichen wird, auf einige wenige Verhältnisse aufmerksam zu machen.

Der Dickdarm hat, mit Ausnahme des Mastdarmes, keine eigentlichen Schleimhautfalten, denn in die *Plicae sigmoideae* geht auch die Querfaserschicht der *Musculosa* ein. Ebenso fehlen auch vom scharfen Rande der *Valvula Bauhini* an, in welche die *Musculosa* ebenfalls mit eingeht. die Zotten ganz und ist die Oberfläche der *Mucosa*, abgesehen von kaum bemerkbaren kleinen warzenartigen Erhebungen einzelner Orte, eben und glatt. — Die Muskellage der *Mucosa* ist im *Colon* beim Menschen schwer zu sehen, aber bestimmt da, im Mastdarme dagegen deutlicher; bei Thieren sehe ich dieselbe ganz entwickelt. Nach *Brücke* sind im *Colon* (bei Thieren?) die auch hier vorkommenden Längs- und Querfaserschichten derselben nur 29 μ dick, welche Ver-

Menschen ist, wie alle Beobachter mit Recht angeben, ihre Menge äussers ...e, selbst
bald gelingt es nicht, einen einzigen zu finden, bald ist der Darm bis i ...en wieder
ränder ganz übersät mit ihnen, oder endlich finden sie sich im *Ileu* ...mehr. Nach
gewisser, nicht übermässiger Zahl. Ihr gänzlicher Mangel darf v
widriges Verhältniss bezeichnet werden, da sie bei Neugebore ...en und soli-
von Gesunden beständig, und zwar reichlicher im *Jejunum* als ...en sich überall
sind. Die solitären Follikel zeigen dieselbe Lagerung, wie die E ...*vermicularis* eine
Platten, nur kommen sie auch am Mesenterialrande vor ...ie die des Dünn-
gewölbt vorspringenden Darmfläche auch Zotten. ...der grösseren Dicke
...r und breiter von
...nge, 0,11—0,17 mm

Die feinere Anatomie der *Peyer*'schen Drüsen ist ...er sah ich beim Menschen
Heidenhain, *Teichmann* und *His* gefördert wor ...n, ausser einem schönen Cy-
roth zuerst mit Bestimmtheit im Innern der *Peyer*' ...d, im frischen Zustande durchaus
gleich dem, welches von *Donders* und *mir* in den ...förmten Inhalt. — Die solitären
Der Werth der Untersuchungen von *Teich*... ...kel stehen im *Processus vermicularis*
liegt namentlich darin, dass durch ihn eine du... ...nicht an dem andern, sind im Blind-
kommen von Chylusgefässen im Innern der F... ...und Mastdarme sehr häufig, und auch
schlusse gelangt ist. Nach *Teichmann* ...*Colon* meist zahlreicher als im Dünndarme.
Peyer'schen Follikel, als unmittelbare F... ...denjenigen des letztern Ortes unterschei-
zuerst angenommen hatte, noch kommen ...sie sich durch ihre bedeutendere Grösse
ergibt die gelungenste Injection der *M*... ...1,5 — 2 — 3 mm) und dadurch, dass auf
nur vorbeigehen. Nach *Teichmann* ...jedem der kleinen Schleimhauthügel, welche
anfänglich läugnete, später aber in ...durch die Follikel bedingt werden, in der
v. Recklinghausen in den fein... ...Mitte eine kleine grubige, längliche oder
Die Untersuchungen von *J*... ...sich befindet, die zu einer kleinen Schleimhaut-
lusräume, besonders dadurch ...Durch diese Grübchen, die an regelrechten
eigenthümlichen Gewebes im ...hatte sich *Böhm* seiner Zeit verleiten lassen.
stanz, *mihi*) auch in der ...Drüsen mit Oeffnungen zu halten, was aber nicht
selbst bis in die Zotten h... ...Vertiefung liegt, wie auch *Brücke* bemerkt.
webes mit dem der Folli... ...Kapsel ganz von demselben Baue, wie die Fol-
oben §. 146.) ...mit Gefässen im Innern, die ich ebenfalls beim

Ueber die sonst...
gendes bei. Wenn
obachter gesehen h...
doch wohl bei de...
von macht nach ...und Follikel des Dickdarmes verhalten sich wie
gegrenzt ist. ...(Fig. 279). Das Verhalten der Lymphgefässe in der
Muscularis muc... ...gänzlich unbekannt. Auch *Teichmann* sah aus dem
Die Lage der ...dem der *Submucosa* nur selten Schlingen aufwärts
Bildungen d... ...Drüsen sich erstrecken. Dagegen gelang es *His*,
laris mucosa ...Lagen der Dickdarmschleimhaut des Schafes Lymph-
Follikel di... ...Entdeckung, die bald darauf von *Frey* bestätigt und er-
cytogene... ...Forscher kommen nicht nur in den Dickdarmzotten des
andern d... ...blinde Lymphcanäle vor, sondern es finden sich solche Ge-
förmig, ...Meerschweinchens, des Schafes und Kalbes oberflächlich in
lichen F... ...der Drüsen (s. *Schärtl* l. c. S. 10). Beim Men-
Schwef... ...allerdings noch nicht gesehen, doch unterliegt ihr Vor-
kuppe ...Zweifel. Die Nerven des *Colon* verhalten sich im Wesent-
einwi... ...Dünndarmes (s. §. 145. 146), und was das Epithel anlangt, so
werd... ...das Nämliche, nur ermangeln dessen Zellen der porösen dicken
likel
inn
erh
cy
in
k

Fig. 298. Solitärer Follikel aus dem *Colon* eines Kindes. Vergr. 45. *a.* Schlauchför-... *b.* Muskellage der *Mucosa*, *c.* submucöses Gewebe, *d.* Quermuskeln, *e.* Se-... Vertiefung der Schleimhaut über dem Follikel *g*.

[illegible]

[illegible] Zotten bei Essig- [illegible]

[illegible] Ausnahme der [illegible] mit verdünnter Salzsäure neutralisirt und [illegible] In Betreff der Injection der Chylusgefässe [illegible]

[illegible] besonders gute Ergebnisse [illegible] Für die Drüsen benutzt [illegible] vor Allem frische [illegible] dann aber auch in [illegible] Holzessig oder Chromsäure erhärtete [illegible] mit Essigsäure [illegible] Proc. gekochte oder getrocknete [illegible] nach [illegible] getrocknete Schleimhaut [illegible] einem [illegible] Messer [illegible] Am schwierigsten ist die Zerlegung der [illegible] in ihre Elemente, namentlich wenn sie [illegible] ist, wie beim Pferde und [illegible] beim Hunde, der Katze, dem Kaninchen, den Wiederkäuern [illegible] wenn man mit einem Messerrücken stark drückend über die Schleimhaut führt [illegible] Epithel der Drüsen im Zusammenhange herausfördert, was natürlich [illegible] Uebrigens zerfällt [illegible] einfachen Zerzupfen die Magenschleimhaut der [illegible] Thiere oft leicht in ihre [illegible] die Drüsen vereinzelt zur Anschauung [illegible] Erweichen der [illegible] in [illegible] Proc.

Die *B*[illegible]schen Drüsen machen keine Schwierigkeiten bis auf die Ausführungsgänge, die man [illegible] Schnitten und bei Thieren auch beim Zerzupfen der [illegible] deutlich sieht. Ebenso zeigen sich die *Lieberkühn*'schen Drüsen meist [illegible] in ihrer ganzen Länge dar, vor Allem im Dickdarme von [illegible], während die geschlossenen Follikel des Darmes und die *Peyer*'schen Drüsen am besten an in Alkohol oder Chromsäure erhärteten Stücken untersucht werden. Feine mit dem Rasirmesser genommene Schnitte zeigen alle Verhältnisse sehr schön und kann man dieselben dann mit Carmin färben oder nach einigen Erweichen in Wasser auspinseln, um die [illegible] Bindesubstanz zur Anschauung zu bringen oder mit Essigsäure behandeln, welche die [illegible] und Muskeln deutlich macht. Ausserdem kann man die [illegible] Schleimhaut von aussen durch Abziehen der [illegible] und [illegible] von der Drüsenschicht abziehen. Ihre Elemente sieht man nach Erweichen in Salpetersäure von 20 Proc. sehr gut. Die Nerven und Ganglien der [illegible] sieht man [illegible] Därmen, die ein paar Tage mit verdünnter Essigsäure oder verdünntem Holzessig behandelt wurden, [illegible] schwieriger die der [illegible], bei denen übrigens dieselben [illegible] die tauglichsten sind.

Literatur des Darmcanals. *Th. L. W. Bischoff*, in *Müll.* Arch. 1838. S. 503, mit Abb.; *Wasmann*, *De digestione nonnulla*. Berol. 1839. *c. tab.*; *L. Böhm*, *De glandularum intestinalium structura penitiori*. Berol. 1835. 8. *c. tab.*, und: Die kranke Darmschleimhaut in der asiatischen Cholera. Berl. 1838; *J. Henle*, *Symbolae ad anatomiam villorum intestinalium impr. eorum epithelii et vasorum lacteorum*. Berol. 1837. 4. *c. tab.*; *A. Th. Middeldorpf*, *De glandulis Brunnianis*. Vratisl. 1846. *c. tab.*; *Frerichs* (und *Frey*), Art. »Verdauung« in *Wagner*'s Handw. der Physiologie. Bd. III. S. 738—755. *E. Brücke*, in Denkschr. der Wiener Akademie. 1850 und 1851 (*Peyer*'sche Drüsen und *Muscularis mucosae*); *Kölliker*, in Zeitschr. f. w. Zoologie. Bd. III. 1851. S. 106 u. 233 (*Muscularis mucosae*); *F. Ernst*, Ueber die Anordnung der Blutgefässe in den Darmhäuten. Zürich 1851. *Diss. c. tab.*; *Ecker*, in Zeitschr. f. rat. Med. II. 1852. S. 243 (Magendrüsen); *Henle*, in Zeitschr. f. rat. Med. II. 1852. S. 309 (Magendrüsen); *Bruch*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. IV. S. 282 (Schleimhaut des Darmes); *Brücke*, in Denkschr. d. Wien. Akad. 1853 u. 1855, dann in Zeitschr. d. Wien. Aerzte. 1853. S. 282, 378, 571 und Wiener Wochenschr. 1855. Nr. 24, 25, 28, 29, 32 (Chylusgefässe); *A. Kölliker*, in Würzb. Verh. IV. S. 52; *Donders*, in *Ned. Lanc.* 1852. Oct. p. 218 u. 265, und Febr. bis April 1853; *A. Kölliker*, in Würzb. Verh. Bd. VI u. VII (Darmcylinder und Fettresorption); *Zenker*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VI. S. 321 (Chylusgefässe); *Funke*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VI. S. 307, Ebend. VII. S. 315; Wien. Wochenschr. 1855. Nr. 31; *v. Wittich*, in *Virch.* Arch. XI. S. 37; *Donders*, in *Ned. Lanc.* 3. Ser. 5. Jaarg. p. 319; *J. Brettauer* und *Steinach*, Unt. üb. d. Cylinderepithel. d. Darmzotten; Wien 1857; *H. Welcker*, in Zeitschr. f. rat. Med. N. F. VIII. S. 329; *G. Meissner*, in Zeitschr. f. rat. Med. VIII. 1857. S. 364 (Nerven der *Mucosa*); *Th. Billroth*, in *Müll.* Arch. 1858. S. 148 (Nerven); *R. Remak* in *Müll.* Arch. 1858. S. 189 (Darmganglien); *W. Krause*, in Anat. Unters. 1861. S. 64 (Darmganglien); *Heidenhain*, in *Moleschott*'s Unters. Bd. IV; *Symbol. ad anat. gland. Peyeri*. Vratisl. 1859, und *Müll.* Arch. S. 474 (Absorptionswege des Fettes); *W. Lambl*, in Prag. Viertelj. 1859. I. S. 1 (Darmepithelien); *W. Breiter* und *H. Frey*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XI. S. 126 (Darmganglien); *E. Rindfleisch*, in *Virch.* Arch. XXII. S. 260 (Bau der Schleimhäute); *A. Wiegandt*, Unters. üb. d. Dünndarm-Epithel und dessen Verh. z. Schleimhautstrome. Dorp. 1860. *Diss.*; *C. Balogh*, in *Moleschott*'s Unters. VII (Epithel); *L. Auerbach*, Ueber einen *Plexus myentericus*. Breslau 1862; *W. His*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XI. S. 416; XII. S. 223; XIII. S. 453 (*Peyer*'sche Drüsen, Lymphgefässe); *H. Frey*, in der Vierteljahrschr. der Züricher naturf. Ges. Bd. VII. 1862, Zeitschr. f. w. Zool. XII. S. 336. XIII. S. 1 und 28, *Virch.* Arch. Bd. XXXVI. S. 344 (Lymphgefässe); *A. Schärtl* (und *Frey*), Einige Beobachtungen über den Bau der Dünndarmschleimhaut. Zürich 1862. *Diss.*; *Eberth*, in Würzb. nat. Zeitschr. II. S. 171; V. S. 11 (*Mucosa*, Epithel); *E. Wiehen*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XIV. S. 203 (Epithel); *Klebs*, in *Virch.* Arch. Bd. XXXII. S. 168 (Nerven glatter Muskeln); *W. Dönitz*, in Arch. f. Anat. 1864. S. 367 (*Mucosa*), 1866. S. 757 (Epithel); *W. Krause*, in Zeitschr. f. w. Zool. XIV. S. 71 (*Mucosa*); *L. Fasce*, in *Journ. de l'anat. et de la phys.* I. Fig. 623 (*Muscularis mucosae*); *A. Basch*, in Wiener Sitzungsber. Bd. LI (*Mucosa*); *J. A. Fles*, in *Handl. t. d. stelselm. Ontleedkunde v. d. Mensch.* 2. Aufl. 1865 (?) (*Mucosa*); *R. Cobelli*, in Wiener Sitzungsber. Bd. L (Magendrüsen); *L. Letzerich*, in *Virch.* Arch. Bd. XXXVII. S. 232 (Epithel); *Th. Eimer*, in *Virch.* Arch. Bd. XXXVIII (Epithel); *E. Schultze*, in Centralbl. f. d. med. Wiss. 1866. Nr. 11 und Arch. f. mikr. Anat. Bd. III. S. 145 (Epithel). — Von Abbildungen sind zu nennen *Ecker*'s *Icon.* Tab. I. II. (sehr schön); *Funke*, Atlas. Tab. VIII. — Ausserdem vergleiche man die bei den Lymphgefässen angeführten Abhandlungen von *v. Recklinghausen*, *Auerbach*, *His*, *Oedmanson*, *Langer*.

V. Von der Leber.

§. 155.

Die Leber ist eine grosse Drüse, die schon durch den innigen Zusammenhang ihrer grösseren Abschnitte von den zusammengesetzten bisher beschriebenen Drüsen, wie den Speicheldrüsen, sich unterscheidet und durch den Bau des absondernden, die

Galle bereitenden Gewebes bei den höheren Thieren eine eigene Stelle einnimmt. — Die Theile, die dieselbe zusammensetzen und zu ihr gehören, sind: das absondernde Gewebe, bestehend aus den die Läppchen oder Inselchen der Leber bildenden Leberzellennetzen und Gallencapillaren; die aus diesen entspringenden abführenden Gallenwege; sehr zahlreiche Blutgefässe; viele Lymphgefässe und ziemlich viele Nerven; endlich eine Hülle vom Bauchfell und eine gewisse Menge umhüllender Bindesubstanz im Innern.

§. 156.

Absonderndes Gewebe, Leberläppchen und Lebersubstanz. Betrachtet man die Oberfläche oder eine Schnittfläche einer menschlichen Leber, so bietet dieselbe gewöhnlich ein gesprenkeltes Ansehen dar, meist in der Weise, dass kleine, rothe oder braune Flecken von sternförmiger Figur von einer mehr gelbröthlichen Substanz umflossen sind, Mark- und Rindensubstanz (*Ferrein*), welche Färbung nur von der meist ungleichförmigen Vertheilung des Blutes in den kleinsten Stämmchen und den Capillaren herrührt, und bei gesunden Individuen durch eine gleichmässige rothbraune Farbe vertreten wird. Von Läppchen, zu deren Annahme das oft regelmässig gesprenkelte Ansehen des Lebergewebes geführt hat, um so mehr, da dieselben bei einem viel untersuchten Thiere, dem Schweine, ganz ausgezeichnet sich finden, zeigt, wie *E. H. Weber* 1842 zuerst lehrte, die menschliche Leber nichts, vielmehr stehen hier sowohl das absondernde Gewebe als auch die wichtigsten Theile des Gefässsystems, d. h. das zwischen Pfortader und Lebervenen namentlich gelegene Capillarnetz durch die ganze Leber im innigsten Zusammenhange. Nichtsdestoweniger würde man sehr irren, wenn man das absondernde Lebergewebe als überall gleichartig auffassen wollte. Es finden sich in demselben gewisse kleinste Abschnitte, die, wenn auch keineswegs von einander getrennt, doch eine gewisse Selbständigkeit besitzen. Diese Leberläppchen, wie man sie immerhin nennen kann, wenn man das Wort allgemeiner auffasst, oder Leberinselchen (*Arnold*) entstehen dadurch, dass 1) die kleinsten Stämmchen der zu- und abführenden Blutgefässe von der Pfortader und den Lebervenen, die *Venae inter-* und *intralobulares* (*Kiernan*), durch die ganze Leber in einer ziemlich gleichen Entfernung von einander stehen, so dass die Leber aus kleinen, rundlicheckigen Stückchen von 0,7—1—2,2 mm Durchmesser besteht, welche ohne Ausnahme im Innern einer kleinen Wurzel der Lebervene den Ursprung geben und von aussen eine gewisse Zahl von feinsten Pfortaderästchen und auch von solchen der Leberarterie aufnehmen, und 2) auch die Anfänge der gallenableitenden Gänge oder der Lebergänge nicht regellos im Gewebe zerstreut, sondern so gelagert sind, dass sie immer erst in einer Entfernung von 0,3—1 mm von den Anfängen der Lebervenen beginnen und mit den feinsten Pfortaderästchen verlaufen. So entstehen in der Leber kleine Massen, die nur absonderndes Gewebe, Capillaren und Anfänge der Lebervenen enthalten, während in den Zwischenräumen derselben neben dem Drüsengewebe und den Capillaren auch die Anfänge der Lebergänge und die letzten Aeste der Pfortader und Leberarterie sich finden, welche, indem sie nicht nur von einer, sondern immer von verschiedenen Seiten her an die genannten Abschnitte treten und noch durch Bindegewebe verstärkt und theilweise vereinigt werden, wenn auch nicht rings herum geschlossene, doch theilweise zusammenhängende Gürtel um sie bilden.

Die Lebern der Thiere, die scharf gesonderte Läppchen darbieten (Eisbär, *J. Müller*; Schwein), sind für die Erkenntniss des Baues dieses Organes von grösster Wichtigkeit, und gebe ich daher in Folgendem noch eine Schilderung des Baues der Schweinsleber. Betrachtet man eine solche auf Schnitten oder sonst, so findet man dieselbe überall in viele kleine, rundlich vieleckige, nicht ganz regelmässige Felder von ziemlich gleichmässiger Grösse

Literatur des Darmcanals. *Th. L. W. Bischoff*, in *Müll.* Arch. 1838. S. 503, mit Abb.; *Wasmann*, *De digestione nonnulla.* Berol. 1839. *c. tab.*; *L. Böhm*, *De glandularum intestinalium structura penitiori.* Berol. 1835. 8. *c. tab.*, und: Die kranke Darmschleimhaut in der asiatischen Cholera. Berl. 1838; *J. Henle*, *Symbolae ad anatomiam villorum intestinalium impr. eorum epithelii et vasorum lacteorum.* Berol. 1837. 4. *c. tab.*, *A. Th. Middeldorpf*, *De glandulis Brunnianis.* Vratisl. 1846. *c. tab.*; *Frerichs* (und *Frey*), Art. »Verdauung« in *Wagner*'s Handw. der Physiologie. Bd. III. S. 738—755; *E. Brücke*, in Denkschr. der Wiener Akademie. 1850 und 1851 (*Peyer*'sche Drüsen und *Muscularis mucosae*); *Kölliker*, in Zeitschr. f. w. Zoologie. Bd. III. 1851. S. 106 u. 233 (*Muscularis mucosae*); *F. Ernst*, Ueber die Anordnung der Blutgefässe in den Darmhäuten. Zürich 1851. *Diss. c. tab.*; *Ecker*, in Zeitschr. f. rat. Med. II. 1852. S. 243 (Magendrüsen); *Henle*, in Zeitschr. f. rat. Med. II. 1852. S. 309 (Magendrüsen); *Bruch*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. IV. S. 282 (Schleimhaut des Darmes); *Brücke*, in Denkschr. d. Wien. Akad. 1853 u. 1855, dann in Zeitschr. d. Wien. Aerzte. 1853. S. 282, 378, 571 und Wiener Wochenschr. 1855. Nr. 24, 25, 28, 29, 32 (Chylusgefässe); *A. Kölliker*, in Würzb. Verh. IV. S. 52; *Donders*, in *Ned. Lanc.* 1852. Oct. p. 218 u. 265, und Febr. bis April 1853; *A. Kölliker*, in Würzb. Verh. Bd. VI u. VII (Darmcylinder und Fettresorption); *Zenker*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VI. S. 321 (Chylusgefässe); *Funke*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VI. S. 307, Ebend. VII. S. 315; Wien. Wochenschr. 1855. Nr. 31; *v. Wittich*, in *Virch.* Arch. XI. S. 37; *Donders*, in *Ned. Lanc.* 3. Ser. 5. Jaarg. p. 319; *J. Brettauer* und *Steinach*, Unt. üb. d. Cylinderepithel. d. Darmzotten; Wien 1857; *H. Welcker*, in Zeitschr. f. rat. Med. N. F. VIII. S. 329; *G. Meissner*, in Zeitschr. f. rat. Med. VIII. 1857. S. 364 (Nerven der *Mucosa*); *Th. Billroth*, in *Müll.* Arch. 1858. S. 148 (Nerven); *R. Remak* in *Müll.* Arch. 1858. S. 189 (Darmganglien); *W. Krause*, in Anat. Unters. 1861. S. 64 (Darmganglien); *Heidenhain*, in *Moleschott*'s Unters. Bd. IV; *Symbol. ad anat. gland. Peyeri.* Vratisl. 1859, und *Müll.* Arch. S. 474 (Absorptionswege des Fettes); *W. Lambl*, in Prag. Viertelj. 1859. I. S. 1 (Darmepithelien); *W. Breiter* und *H. Frey*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XI. S. 126 (Darmganglien); *E. Rindfleisch*, in *Virch.* Arch. XXII. S. 260 (Bau der Schleimhäute); *A. Wiegandt*, Unters. üb. d. Dünndarm-Epithel und dessen Verh. z. Schleimhautstrome. Dorp. 1860. *Diss.*; *C. Balogh*, in *Moleschott*'s Unters. VII (Epithel); *L. Auerbach*, Ueber einen *Plexus myentericus.* Breslau 1862; *W. His*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XI. S. 416; XII. S. 223; XIII. S. 453 (*Peyer*'sche Drüsen, Lymphgefässe); *H. Frey*, in der Vierteljahrschr. der Züricher naturf. Ges. Bd. VII. 1862, Zeitschr. f. w. Zool. XII. S. 336. XIII. S. 1 und 28, *Virch.* Arch. Bd. XXXVI. S. 344 (Lymphgefässe); *A. Schärtl* (und *Frey*), Einige Beobachtungen über den Bau der Dünndarmschleimhaut. Zürich 1862. *Diss.*; *Eberth*, in Würzb. nat. Zeitschr. II. S. 171; V. S. 11 (*Mucosa*, Epithel); *E. Wiehen*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XIV. S. 203 (Epithel); *Klebs*, in *Virch.* Arch. Bd. XXXII. S. 168 (Nerven glatter Muskeln); *W. Dönitz*, in Arch. f. Anat. 1864. S. 367 (*Mucosa*), 1866. S. 757 (Epithel); *W. Krause*, in Zeitschr. f. w. Zool. XIV. S. 71 (*Mucosa*); *L. Fasce*, in *Journ. de l'anat. et de la phys.* I. Fig. 623 (*Muscularis mucosae*); *A. Basch*, in Wiener Sitzungsber. Bd. LI (*Mucosa*); *J. A. Fles*, in *Handl. t. d. stelselm. Ontleedkunde v. d. Mensch.* 2. Aufl. 1865 (?) (*Mucosa*); *R. Cobelli*, in Wiener Sitzungsber. Bd. L (Magendrüsen); *L. Letzerich*, in *Virch.* Arch. Bd. XXXVII. S. 232 (Epithel); *Th. Eimer*, in *Virch.* Arch. Bd. XXXVIII (Epithel); *E. Schultze*, in Centralbl. f. d. med. Wiss. 1866. Nr. 11 und Arch. f. mikr. Anat. Bd. III. S. 145 (Epithel). — Von Abbildungen sind zu nennen *Ecker*'s *Icon.* Tab. I. II. (sehr schön); *Funke*, Atlas. Tab. VIII. — Ausserdem vergleiche man die bei den Lymphgefässen angeführten Abhandlungen von *v. Recklinghausen*, *Auerbach*, *His*, *Oedmanson*, *Langer*.

V. Von der Leber.

§. 155.

Die Leber ist eine grosse Drüse, die schon durch den innigen Zusammenhang ihrer grösseren Abschnitte von den zusammengesetzten bisher beschriebenen Drüsen, wie den Speicheldrüsen, sich unterscheidet und durch den Bau des absondernden, die

Galle bereitenden Gewebes bei den höheren Thieren eine eigene Stelle einnimmt. — Die Theile, die dieselbe zusammensetzen und zu ihr gehören, sind: das absondernde Gewebe, bestehend aus den die Läppchen oder Inselchen der Leber bildenden Leberzellennetzen und Gallencapillaren; die aus diesen entspringenden abführenden Gallenwege; sehr zahlreiche Blutgefässe; viele Lymphgefässe und ziemlich viele Nerven; endlich eine Hülle vom Bauchfell und eine gewisse Menge umhüllender Bindesubstanz im Innern.

§. 156.

Absonderndes Gewebe, Leberläppchen und Lebersubstanz. Betrachtet man die Oberfläche oder eine Schnittfläche einer menschlichen Leber, so bietet dieselbe gewöhnlich ein gesprenkeltes Ansehen dar, meist in der Weise, dass kleine, rothe oder braune Flecken von sternförmiger Figur von einer mehr gelbröthlichen Substanz umflossen sind. Mark- und Rindensubstanz (*Ferrein*), welche Färbung nur von der meist ungleichförmigen Vertheilung des Blutes in den kleinsten Stämmchen und den Capillaren herrührt, und bei gesunden Individuen durch eine gleichmässige rothbraune Farbe vertreten wird. Von Läppchen, zu deren Annahme das oft regelmässig gesprenkelte Ansehen des Lebergewebes geführt hat, um so mehr, da dieselben bei einem viel untersuchten Thiere, dem Schweine, ganz ausgezeichnet sich finden, zeigt, wie *E. H. Weber* 1842 zuerst lehrte, die menschliche Leber nichts, vielmehr stehen hier sowohl das absondernde Gewebe als auch die wichtigsten Theile des Gefässsystems, d. h. das zwischen Pfortader und Lebervenen namentlich gelegene Capillarnetz durch die ganze Leber im innigsten Zusammenhange. Nichtsdestoweniger würde man sehr irren, wenn man das absondernde Lebergewebe als überall gleichartig auffassen wollte. Es finden sich in demselben gewisse kleinste Abschnitte, die, wenn auch keineswegs von einander getrennt, doch eine gewisse Selbständigkeit besitzen. Diese Leberläppchen, wie man sie immerhin nennen kann, wenn man das Wort allgemeiner auffasst, oder Leberinselchen (*Arnold*; entstehen dadurch, dass 1) die kleinsten Stämmchen der zu- und abführenden Blutgefässe von der Pfortader und den Lebervenen, die *Venae inter-* und *intralobulares Kiernan*), durch die ganze Leber in einer ziemlich gleichen Entfernung von einander stehen, so dass die Leber aus kleinen, rundlicheckigen Stückchen von 0,7—1—2,2 mm Durchmesser besteht, welche ohne Ausnahme im Innern einer kleinen Wurzel der Lebervene den Ursprung geben und von aussen eine gewisse Zahl von feinsten Pfortaderästchen und auch von solchen der Leberarterie aufnehmen, und 2) auch die Anfänge der gallenableitenden Gänge oder der Lebergänge nicht regellos im Gewebe zerstreut, sondern so gelagert sind, dass sie immer erst in einer Entfernung von 0,3—1 mm von den Anfängen der Lebervenen beginnen und mit den feinsten Pfortaderästchen verlaufen. So entstehen in der Leber kleine Massen, die nur absonderndes Gewebe, Capillaren und Anfänge der Lebervenen enthalten, während in den Zwischenräumen derselben neben dem Drüsengewebe und den Capillaren auch die Anfänge der Lebergänge und die letzten Aeste der Pfortader und Leberarterie sich finden, welche, indem sie nicht nur von einer, sondern immer von verschiedenen Seiten her an die genannten Abschnitte treten und noch durch Bindegewebe verstärkt und theilweise vereinigt werden, wenn auch nicht rings herum geschlossene, doch theilweise zusammenhängende Gürtel um sie bilden.

Die Lebern der Thiere, die scharf gesonderte Läppchen darbieten (Eisbär, *J. Müller*; Schwein), sind für die Erkenntniss des Baues dieses Organes von grösster Wichtigkeit, und gebe ich daher in Folgendem noch eine Schilderung des Baues der Schweinsleber. Betrachtet man eine solche auf Schnitten oder sonst, so findet man dieselbe überall in viele kleine, rundlich vieleckige, nicht ganz regelmässige Felder von ziemlich gleichmässiger Grösse

…gewebe bestehen und von weiss-
… begrenzt sind. Schabt man eine
… Feldern an Grösse gleiche, eckige
… selben umgeben, als leere Fächer, wie
… letzteren hervor, wenn man ein dünnes
… knetet, abspült und auf schwarzem
… fast ganz geschlossen bleiben und noch
… Diese Kapseln gehören nach …
… kann man, da sie durch ein mehr lockeres
… dieselben auch als ein durchwe…
… denken, in dessen Maschen die Leber-
… Kapseln oder die Scheidewände der Läppchen
… breitungen des die *Vena portae* u. s. w. beglei-
… *psula*, besser *Vagina Glissonii* sind, jedoch





… 299.

Fig. 300.

… der Leber zusammenhängen und an die grösseren Lebervenen
… Beziehung der Läppchen zu den Lebergefässen hat *Kiernan* zu-
… wenn er sagt, dass dieselben den Aestchen der Lebervenen auf-
… Stiele. In der That findet man, wenn man einen kleineren As
… Fig. 299 *bbb*, dass derselbe von allen Seiten von Leber-
… je eine Vene aus einem derselben bezieht, so dass dieselben wirk-
… ihm aufzusitzen scheinen. Da nun diess von den Venen mitt-
… zu den *Venae intralobulares* ganz gleich sich findet, so kann man
… Lebervenen und die Leberläppchen mit einem Baume vergleichen
… reich und so dicht mit vieleckigen Blättern besetzt sind, dass das
… nur Eine Masse ausmacht. Denkt man sich nun in diesen Leber-
… Seite der Krone her ein anderes verästeltes Gefässsystem so eingeschal-
… Aeste in die Spalten zwischen den Hauptgruppen desselben die

… Segment der Schweinsleber, mit einer geöffneten Lebervene, etwas vergr
… die noch keine *Intralobulares* einmünden. *b.* Aeste derselben mit *Intra-*
… schimmernden Grundflächen der Läppchen. Nach *Kiernan*.
… Aufgeschnittener Pfortader… Schweines mit den ihn begleitenden
… Leberarterie und des Leber… *Kiernan*

kleineren und kleinsten in die Zwischenräume zwischen die untergeordneten Massen und die Läppchen selbst eindringen, so zwar, dass jedes Läppchen vielfach von den feinsten Zweigchen berührt wird und noch von einem sie begleitenden Bindegewebe Scheiden erhält, so hat man auch das Verhältniss der Pfortader so bestimmt als es möglich ist, sich vorgestellt. — Was die Gallengänge und die Leberarterie anlangt, so begleiten dieselben einfach die Pfortader und bedürfen daher keiner weitern Erwähnung. — Die Form der Läppchen ist in der Schweinsleber eine eckige, so dass sie auf dem Quer- und Längsschnitte meist unregelmässige Vier-, Fünf- und Sechsecke bilden.

In der menschlichen Leber ist das Bindegewebe zwischen den Leberinseln im Begleite der *Vena portae* sehr spärlich, und kann weder von Scheiden um die einzelnen Inseln herum noch von einer irgendwie vollständigen Einschliessung derselben durch die Gefässe die Rede sein. Bei der *Cirrhosis hepatis* vermehrt sich dagegen das Bindegewebe im Lebergewebe ungemein und können dann auch die einzelnen absondernden Abschnitte deutlicher hervortreten oder wirklich als Läppchen ganz geschieden sein. — Die rothbraune Lebersubstanz ist weicher, weil mehr erweicht, und sinkt an der Oberfläche und auf Schnitten mehr ein als die andere; auch lässt sich dieselbe leichter abschaben und fällt an feinen Schnitten gern theilweise aus. Die Rindenschicht, die die rothbraunen Flecken netzförmig umgibt, zeigt schmalere Stellen, *Fissurae interlobulares Kiernan*, und breitere eckige, *Spatia interlobularia*, in denen nicht selten ein Blutpunct von einem Pfortaderästchen her zu sehen ist, doch nicht so regelmässig, wie in den braunen Stellen, wo derselbe von der *Vena intralobularis* herrührt und oft sternförmig erscheint. Durch grössere Füllung des Capillarnetzes kann es geschehen, und nach *Theile* ist diess bei der Mehrzahl gesunder menschlicher Lebern die Regel, dass die *Fissurae interlobulares* verschwinden und die braune Substanz in Gestalt eines Netzes, die gelbe in begrenzten Flecken auftritt. Ich finde ganz frische Lebern meist gleichmässig gefärbt, wie ich schon oben angab. — *Kiernan* beschreibt von Kindern auch noch eine Umkehrung der Färbung, die er von einer Ueberfüllung mehr auf Seiten der *Vena portae* abhängig macht, so dass die äusseren Theile der Leberläppchen blutreicher seien, auf welche Form ich ebenso wenig wie *Theile* bisher geachtet habe.

§. 157.

Leberzellen und Leberzellennetz. Ein jedes **Leberinselchen** enthält wesentlich drei Elemente: 1) ein **Netz von Blutgefäss-Capillaren**, die einerseits mit den feinsten Pfortaderästchen zusammenhängen, andererseits zu der centralen Vene desselben, einem der Anfänge der Lebervenen, sich ansammeln, 2) ein Flechtwerk von **Lymphgefässen**, welche alle Blutgefässe scheidenartig umhüllen, und 3) ein Netz von zarten Blättern und Strängen, die aus dicht und

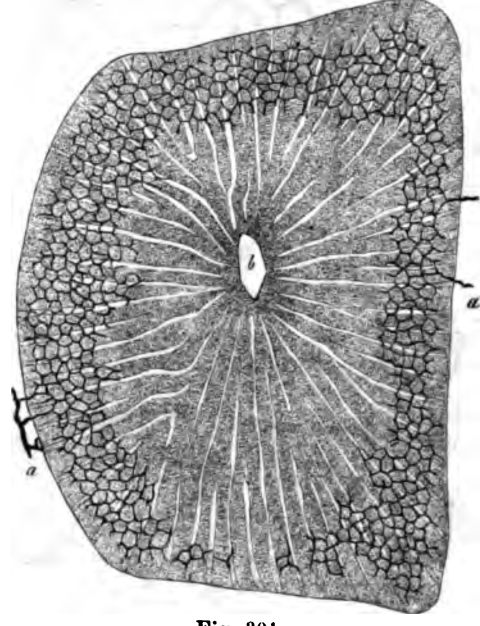


Fig. 301.

Fig. 301. Querschnitt eines Läppchens einer vom Gallengange aus mit Berlinerblau injicirten Kaninchenleber. Vergr. 100. *a.* Interlobuläre Gallengänge, übergehend in das feine Netz der Gallencapillaren. Ausserdem sind die Leberzellenbalken und die Blutgefässlücken zwischen denselben sichtbar.

unmittelbar aneinander gefügten Zellen, den sogenannten **Leberzellen**, bestehen. Das Leberzellennetz einerseits und die beiden Gefässnetze andererseits, welche letzteren als Ein Ganzes aufgefasst werden können, sind so durcheinander gewirkt, dass die Zwischenräume des einen Netzes von den Theilen des andern **vollkommen ausgefüllt werden**, und wenigstens bei bluthaltigen oder injicirten Gefässen keinerlei Zwischenräume zwischen denselben sich finden. **Gallenführende Canäle** kannte man bis vor Kurzem im Innern der Leberinselchen nicht mit Sicherheit, nun ist aber durch die vereinten Bemühungen zahlreicher Forscher mit Bestimmtheit nachgewiesen, dass überall zwischen den Leberzellen feine Canäle verlaufen, die nichts anderes als feinste Gallengänge sind (Figg. 301—303). Die Leberzellen sind die Vertreter des Epithels anderer Drüsencanäle, bilden jedoch keine besonderen Röhren oder Bläschen wie in andern Drüsen, deren Lumina die »capillaren Gallencanälchen« wären, vielmehr befinden sich diese **allerwärts** zwischen den Zellen und stellen sich somit eher als Intercellulargänge in einer zusammenhängenden Zellenmasse dar. Abgesehen von diesen Bestandtheilen enthalten die Leberläppchen nichts als eine geringe Menge **einfacher Bindesubstanz** und vielleicht auch Nerven.

Die mit der grössten Leichtigkeit einzeln sich darstellenden **Leberzellen** gleichen, bei einer Grösse von 18 — 26 μ im Mittel, 13 — 35 μ in den äussersten Grenzen, in der Form im Allgemeinen den Elementen eines Pflanzenparenchyms mit polygonalen Zellen. Immerhin ist ihre Gestalt unregelmässiger, indem jede Zelle zweierlei Flächen besitzt, und zwar einmal **vertiefte**, die einem capillaren Blutgefässe zugewendet sind, und zweitens **ebene**, durch welche die Zellen selbst aneinander grenzen. Die besten Aufschlüsse über die Formen der Zellen geben Schnitte durch ein Leberläppchen quer durch die Centralvene und parallel derselben. Erstere oder Querschnitte (Fig. 302) der Leberläppchen zeigen die Zellen meist als in der Richtung der Radien des Schnittes verlängerte 4 — 5- oder 6eckige Körper, von denen viele mit einem oder beiden Seitenrändern an Blutgefässe anstossen, während an Längsschnitten (Fig. 303) der Läppchen die Zellen im Allgemeinen den Eindruck von Vierecken machen, d. h. mit 4 Flächen aneinander grenzen, ausserdem aber mit rinnenförmigen Flächen an 4 Ca-

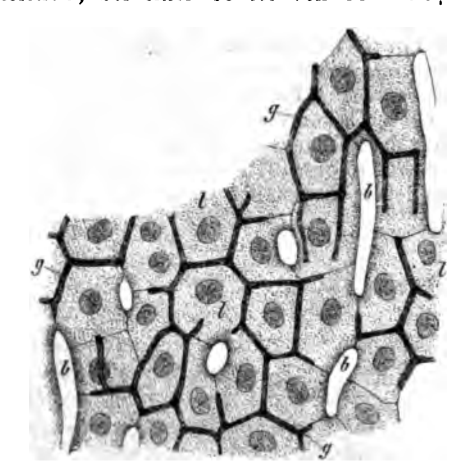


Fig. 302.

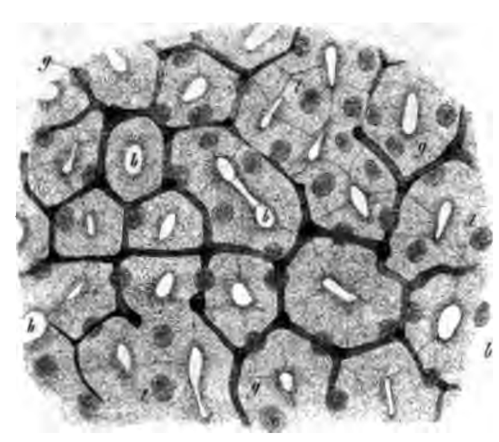


Fig. 303.

Fig. 302. Theil eines Querschnittes eines Leberläppchen des Kaninchens. 400 mal vergr. *b*. Blutcapillaren, *g*. Gallencapillaren, *l*. Leberzellen.

Fig. 303. Theil eines Längsschnittes eines Leberläppchens des Kaninchens. Vergr. 400. Die Zeichnung von *Carl Genth*. Buchstaben wie vorhin.

pillaren anstossen. Hieraus ergibt sich als gewöhnliche Form der Leberzellen die von 5—6seitigen kurzen Säulen mit 7 oder 8 Flächen und vier Rinnen für die Blutgefässe (*ich*) oder von Octaedern mit abgestutzten Spitzen (*Hering*), und würde somit jede Leberzelle an 7—10 Nachbarzellen anstossen.

Ob die Leberzellen eine Hülle besitzen ist fraglich, und haben die in neuerer Zeit von verschiedenen Seiten in dieser Beziehung ausgesprochenen Zweifel gewiss ihre Berechtigung. Nach den Aufklärungen, die *Eberth* vor Kurzem über die Auskleidung der Gallencapillaren gegeben hat (siehe unten), lässt sich sagen, dass die Zellen überall da, wo sie die feinsten Gallengänge begrenzen, sicher eine membranöse Begrenzung (*Cuticula*) haben, an den übrigen Stellen dagegen wenigstens einer nachweisbaren Membran entbehren. Der Inhalt der Zellen ist in ganz gesunden Lebern, wie man sie beim Menschen seltener findet, abgesehen von einem runden, bläschenförmigen, 6—9 μ grossen Kerne mit *Nucleolus*, der in sehr vielen Fällen doppelt vorhanden ist, eine feinkörnige, leicht ins Gelbe spielende halbflüssige Substanz, die, wie die mikroskopische Untersuchung ergibt, wahrscheinlich die wesentlichen Elemente der Galle enthält. — Ausserdem finden sich häufig noch Fetttröpfchen und gelbe Farbkörner. Die erstern (Fig. 304 *c*) zeigen sich bei fettiger Entartung der Leber in allen Leberzellen in solcher Menge, dass diese gewissen Formen von Fettzellen sehr ähnlich werden, und erfüllen als wenige grössere oder viele kleinere Tröpfchen die Zellen meist ganz, so dass der Kern unsichtbar wird. Von diesen ausgezeichnetesten Formen bis zu gewöhnlichen Zellen mit einigen wenigen kleinen oder einem einzigen etwas grösseren Tröpfchen gibt es alle Uebergänge, und zwar kommen die fettärmeren Zellen in gewissen Mengen fast in jeder der gewöhnlich zur Section kommenden Leichen vor, so dass man, wenn man nicht die Verhältnisse der Thiere, wo diese Fetttropfen fehlen, im Auge behielte, die Erscheinung für eine wenigstens in ihren geringeren Graden ganz regelrechte halten könnte. Fast dasselbe gilt von den Farbkörnchen (Fig. 304 *b*). Auch sie sind, wenn sie reichlich auftreten, sicher regelwidrig, können dagegen, wo sie vereinzelt sich finden, nur als eine geringe Abweichung angesehen werden. Dieselben sind klein, kaum über 2 μ, gelb oder gelbbraun, und verhalten sich gegen Reagentien gerade so, wie der innerhalb des Darmcanals niedergeschlagene Gallenfarbstoff, indem sie durch Salpetersäure keine Farbenveränderungen erleiden und in kaustischen Alkalien sich nicht lösen.



Fig. 304.

Von der Anordnung der Leberzellen in den Leberläppchen macht man sich die beste Vorstellung, wenn man sich das Läppchen als eine zusammenhängende Masse von Zellen denkt, in welcher ein dichtes Canalnetz für die Blutgefässe (und Lymphgefässe) ausgegraben ist. Wenn man ferner weiss, dass die Blutgefässe eine mittlere Breite von 9—12 μ und die von den Leberzellen eingenommenen Maschen ihres Netzes einen Durchmesser von 22—33 μ im Mittel besitzen, so ist auch der Antheil der Gefässe und Leberzellen an der Bildung der Leberläppchen im Allgemeinen hinreichend bezeichnet.

Zur richtigen Auffassung der Einzelnheiten ist vor Allem nöthig zu wissen 1) dass die Blutgefässe der Leberläppchen vorwiegend radiär, d. h. von der Ober-

Fig. 304. Leberzellen des Menschen, 400mal vergr. *a*. Mehr regelrechte Zellen, *b*. mit Farbkörnchen, *c*. mit Fett.

fläche gegen die Centralvene verlaufen, und nur durch kurze Seitenanastomosen so verbunden sind, dass in der Richtung des Hauptverlaufes der Gefässe verlängerte Maschen entstehen, und 2) dass die Zwischenräume zwischen den radiären Capillaren in der Regel gerade dem Durchmesser Einer Leberzelle entsprechen. Fertigt man nun Quer- und Längsschnitte von Leberläppchen an (Fig. 302 u. 303), so erscheinen die Leberzellen in Form von netzförmigen, verbundenen, einfachen Reihen mit spaltenförmigen Gefässlücken in dem einen, rundlichen Zwischenräumen in dem andern Falle, und hat mir diess seiner Zeit Veranlassung gegeben, diese Reihen als Leberzellenbalken zu bezeichnen. Da jedoch dieser Name zum Glauben Veranlassung geben könnte, als ob die Leberzellen zu cylindrischen Massen zusammengefügt wären, was nicht der Fall ist, so vertausche ich denselben mit der Bezeich-

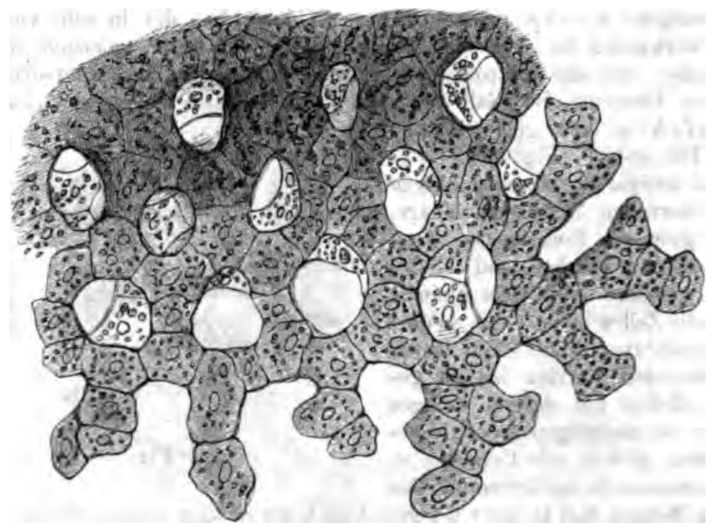


Fig. 305.

nung »Leberzellenblätter«, durch den ausgedrückt werden soll, dass die Leberzellen in platten Zügen um die Gefässe herumstehen. Dem Gesagten zufolge bilden die Leberzellenblätter ein Fächerwerk, dessen Lücken von den Capillaren eingenommen sind. Die Dicke dieser Blätter im Längsschnitte der Leberläppchen (Fig. 303) ist nicht grösser als die Breite einer Leberzelle, im Querschnitte dagegen erscheinen sie mehr als zusammenhängende Lamellen, welche nur von Stelle zu Stelle, in Entfernungen, die um 3 — 4 Leberzellen auseinanderstehen, durch eine Lücke für die Seitenäste der Capillaren unterbrochen sind. Man könnte daher auch sagen, dass die Leberzellenblätter ein Fachwerk mit cylindrischen, radiär gestellten Lücken bilden, welche in grösseren Zwischenräumen durch kurze Quer- und Längscanäle zusammenhängen.

Bezüglich des Verhaltens der einzelnen Leberzellen zu den Blutgefässen, so ist dasselbe natürlich nicht überall dasselbe. Wo die Gefässe weiter sind, wie an der Oberfläche und in der Mitte der Läppchen (Fig. 305), werden dieselben im Querschnitte von je 5 — 9 Zellen begrenzt, im entgegengesetzten Falle dagegen (Fig. 303) nur von 3 — 5 Zellen, mit andern Worten ausgedrückt kommt im letzteren Falle jede Zelle mit 3 — 4 Capillargefässen in Berührung, im ersteren meist nur mit Einem oder

Fig. 305. Ein Theilchen des Leberzellennetzes des Menschen aus den äusseren Theilen eines Leberinselchens mit grösseren Gefässräumen, 450 mal vergr.

·es Verhalten (Fig. 303) hat übrigens bei Weitem die grössere Verbrei- physiologischer Beziehung gewiss alle Beachtung verdient.

ı Leberzellenblättern verlaufen die feinsten »capillären ·ange«, allerwärts von Leberzellen umgeben, doch stehen beim ı und den höheren Thieren die Zellen und die die Galle aufnehmenden Hohl- nicht in dem Verhältnisse, das sonst Drüsenzellen und Drüsencanäle zeigen, ıat es daher auch lange gedauert, bis der feine Bau des absondernden Leber- ·ebes richtig erkannt wurde.

Am besten geht man bei der Schilderung der feinsten Gallengänge von der Leber der **Amphibien** aus, die nach *Hering*'s, von *Eberth* bestätigter Entdeckung mehr dem Bau gewöhnlicher röhrenförmiger Drüsen sich nähern. In der Leber von

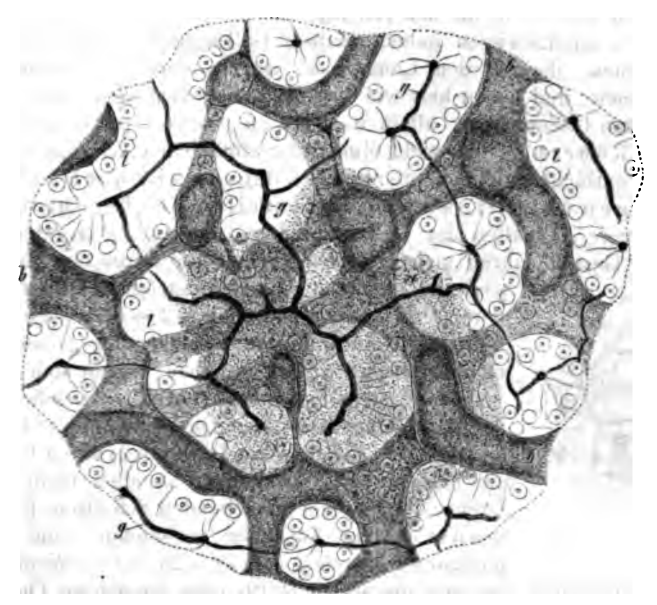


Fig. 306.

Coluber natrix (Fig. 306) finden sich, nach den Mittheilungen *Hering*'s, an der Stelle der Leberzellenbalken der Säuger dickwandige Canäle mit feinem Lumen, die im Wesentlichen den Bau der Elemente röhrenförmiger Drüsen haben. Genauer bezeichnet haben diese absondernden Lebergänge ein einschichtiges Epithel von grossen Zellen, so dass 5 und mehr Zellen im Umkreise des Canales stehen, der nicht mehr als $^1/_{12}$ — $^1/_{15}$ des Durchmessers der Drüsengänge betrifft. Im Uebrigen bilden diese Gänge ein enges Netz, dessen Maschen im Allgemeinen einen kleineren Durchmesser haben als die Schläuche selbst und von den Blutgefässen eingenommen sind. In der Nähe der Pfortaderzweige treten an die Stelle der grossen Epithelzellen der Lebergänge (d. h. der Leberzellen) kleine Pflasterepithelzellen, jedoch so, dass meistens die letzten Leberzellen kleiner sind und kleinere Kerne zeigen als die übrigen. Zugleich wird die Lichtung der Gallenwege aber nur langsam weiter.

Nach *Hering* soll die Leber der Fische, Reptilien und Vögel überhaupt einen tubulösen Bau haben, und könne man hiervon schon an Schnitten des erhärteten, nicht

Fig. 306. Aus der Leber einer Ringelnatter, deren Gallengänge *g*. mit Berlinerblau, die Gefässe *b*. mit Leim und Carmin injicirt wurden, *l*. Leberzellen. Vergr. 270. Nach *Hering*.

injicirten Organes sich überzeugen, wenngleich es nur in seltenen Fällen möglich sei, die Lichtung des Gallenweges als kleine Oeffnung zu erkennen. Dasselbe gelte aber, wie *Hering* mit Recht anführt, auch von der Lichtung der meisten andern Drüsen, deren Lichtung im Allgemeinen viel enger sei als man hier abzubilden pflege. — Wesentlich dasselbe wie *Hering* fand *Eberth* für die Amphibien, nur besitzen nach ihm die absondernden Lebergänge hier eine *Cuticula*, die schon in den interlobulären Gallengängen auftrete und somit die eigentliche Begrenzung der feinsten Gallengänge darstelle.

Geht man nun mit der Kenntniss des ebengeschilderten Baues der Leber der niederen Wirbelthiere an die Prüfung der Leber der Säuger, so findet man, wie *Hering* zuerst mit Recht meldet, dass dieselbe sehr abweichend gebaut ist und keine Spur eines eigentlichen tubulösen Baues darbietet. Zwar finden sich auch hier, wie die neueren Injectionen seit *Budge*, *Andrejević* und *Mac Gillavry* nachgewiesen haben, feinste Gallengänge oder Gallencapillaren in den Leberläppchen, die mit den Lumina der interlobulären Gallengänge in offener Verbindung stehen, und haben hier wie dort die Leberzellen die Bedeutung eines Epithels der feinsten Gallengänge; allein es bilden diese Epithelzellen keine besonderen Röhren, selbst nicht einmal der einfachsten Art, von denen jede eine Gallencapillare enthielte, vielmehr verlaufen diese mehr nach Art von Intercellulargängen überall, wo zwei Leberzellen sich berühren.

Das genauere Verhalten der Gallencapillaren, die an guten Injectionen durch ihre drehrunde Gestalt, ihren meist geraden Verlauf und durch den Mangel von Erweiterungen an den Knotenpuncten sich auszeichnen, und deren Durchmesser zwischen 1,2 — 1,5 — 2 μ schwankt, ist folgender. An Schnitten, welche eine grössere Zahl Blutcapillaren quer getroffen haben, ergibt sich, dass überall, wo zwei Leberzellen sich berühren, so ziemlich in der Mitte der Berührungsfläche, der Querschnitt einer Gallencapillare sichtbar ist (Fig. 307). Diese radialen Gänge, wie ich sie heissen will, erscheinen an allen nicht die äusserste Grenze der Feinheit erreichenden Schnitten (Fig. 303) durch transversale Ausläufer verbunden, und entstehen so polygonale Maschen von 18 — 24 — 35 μ Weite, welche die Blutcapillaren umkreisen und beiläufig um die Hälfte oder den dritten Theil des Durchmessers einer Leberzelle von denselben abstehen. Wie die radialen Gallencapillaren zwischen den Seitenflächen der Leberzellen, so liegen die transversalen Gänge zwischen den Endflächen je zweier Zellen, wie diese Schnitte deutlich zeigen, die die Blutcapillaren mehr in Längsansichten zeigen (Figg. 303, 308) au



Fig. 307.

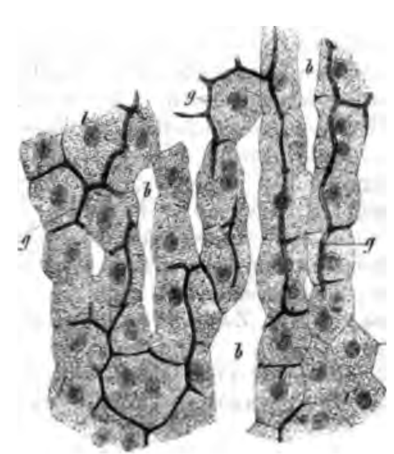


Fig. 308.

Fig. 307. Sehr feiner Schnitt quer durch die Hauptzüge der Blutgefässe (parallel der Centralvene) aus einem Leberläppchen des Kaninchens. Man sieht die leeren Blutgefässe, die Querschnitte der injicirten Gallencapillaren und die Leberzellen. Vergr. 350. Die Zeichnung v. *Carl Genth*.

Fig. 308. Theil eines Querschnittes eines Leberläppchens des Kaninchens. 350mal vergr. Die grösseren Lücken entsprechen den Blutgefässen. An den radialen Gallencapillaren sieht man besonders rechts die transversalen Aeste im Querschnitte und in Längsansichten. Wegen der Feinheit des Schnittes ist vom Netz der Gallencapillaren nicht viel zu sehen. Die Zeichnung von *Carl Genth*.

denen die einzelnen Leberzellen von polygonalen Maschen der Gallencapillaren mehr weniger vollkommen umgeben erscheinen. Dem Gesagten zufolge ist jede Leberzelle an jeder Fläche mit je Einer Gallencapillare in Berührung, mit andern Worten, es steckt jede Zelle in einer, von 7—10 Capillaren des feinsten Gallengangnetzes gebildeten Masche. Die Gallencapillaren verlaufen übrigens nicht regelmässig in zwei unter rechten Winkeln sich kreuzenden Richtungen, vielmehr bilden dieselben, entsprechend der polygonalen Form der Leberzellen, an Querschnitten der Läppchen, parallel den Hauptzügen der Blutcapillaren, vorwiegend polygonale Maschen, deren Durchmesser im Allgemeinen dem einer Leberzelle gleich kommt.

Die Gallencapillaren verlaufen niemals an den schmalen, vertieften Flächen oder den Kanten der Leberzellen, die den Blutcapillaren zugewendet sind, wie *MacGillavry* gegen *Andrejević* und *Brücke* mit Unrecht behauptet hatte. An den einander zugewendeten Seiten der Zellen scheinen sie auch nie längs der Kanten, deren Enden an Blutgefässe angrenzen, dahin zu ziehen, sondern immer nur zwischen zwei Flächen sich zu finden und die Kanten nur zu kreuzen. *Hering* läugnet eine besondere Wand dieser Capillaren, welche alle früheren Beobachter mehr weniger bestimmt angenommen hatten, dagegen spricht sich *Eberth* für eine solche, worin ich ihm Recht gebe, aus, und deutet er dieselbe als eine *Cuticula*. Sei dem übrigens wie ihm wolle, so sind auf jeden Fall die Gallencapillaren Intercellulargänge eigener Art, welche von den ächten Drüsencanälen, die allerdings auch solche Gänge darstellen, dadurch sich unterscheiden, dass sie immer nur von einem kleinen Bruchtheile der gegen das Lumen gerichteten Zellenwand begrenzt werden und somit sehr eng sind. In jeder andern Drüse ferner sind die Zellen stets nur mit Einer Wand an der Bildung der die Absonderung aufnehmenden Canäle betheiligt, bei den Leberzellen dagegen gilt diess von allen Wandungen mit Ausnahme derer, die an die Blutcapillaren grenzen, und gibt es keine andere Drüse, deren Elemente eine so vielseitige Beziehung zur Absonderung zeigen, wie die Leber.

Die Bindesubstanz im Innern der Leberläppchen besteht nach meinen Erfahrungen aus einer äusserst geringen Menge einer gleichartigen formlosen Substanz und einer gewissen Anzahl zarter, sternförmiger, kernhaltiger Bindegewebskörperchen. Beide diese Theile haben ihre Lage zwischen den Gefässen und den Leberzellennetzen. Nach *His* (Zeitschr. f. wiss. Zool. X. S. 340. Tab. XXVIII. Fig. 14) tritt dieses Zwischengewebe auch für sich auf in Gestalt gefässloser feiner Balken, welche einzelne Capillaren verbinden, so dass somit die Leberzellenblätter stellenweise nur von Bindegewebe begrenzt wären. Ich kann ebenso wie *Henle* (*Splanchn.* Fig. 143) diese Beobachtung bestätigen, doch wage ich in Betreff der Deutung dieser gefässlosen Balken kein Urtheil und will ich nur bemerken, dass dieselben auch sich entwickelnde oder in Rückbildung begriffene Capillaren oder endlich den Bindegewebskörperchen angehörende Stränge sein könnten.

Die feinere Anatomie der Leber ist durch die Untersuchungen der letzten Jahre in ein ganz neues Licht getreten, und lässt sich erst jetzt sagen, dass ein einigermassen gesicherter Abschluss in der Erkenntniss des schwer verständlichen Organes gewonnen sei. Indem ich mit Bezug auf frühere Anschauungen auf meine Mikr. Anat. und die früheren Auflagen dieses Handbuches, sowie auf *Henle*'s *Splanchnologie* verweise, will ich hier nur die allmähliche Entwickelung der jetzt geltenden Anschauungen kurz andeuten.

Nachdem es *Gerlach* schon vor Jahren gelungen war, die Ausläufer der interlobulären Gallengänge wenigstens bis in die oberflächlichen Schichten der Läppchen hinein zu verfolgen, ohne jedoch über den Bau und die Beziehungen derselben zu den Leberzellen zu weiteren Aufschlüssen zu gelangen, glückte es im Jahre 1859 *J. Budge* zum ersten Male, die wirklichen feinsten Gallengänge im Innern der Leberläppchen zu injiciren. Nach ihm gehen die interlobulären Gallengänge, nachdem sie bis zu 9—11 μ sich verengt haben, plötzlich in capillare Gallencanälchen von 4—5 μ über und bilden als solche durch das ganze Läppchen ein Netz von polygonalen Maschen, von denen jede, nach den Abbildungen

zu schliessen, nur Eine Leberzelle enthält. Noch vor *Budge* hatte auch *H. D. Schmidt* in Philadelphia angegeben, dass es ihm gelungen sei, die capillaren Gallengänge der Leberläppchen einzuspritzen und die structurlosen Wandungen derselben aus frischen Lebern zu isoliren, und ist nach Allem wohl anzunehmen, dass ihm wenigstens das erstere geglückt sei; doch sind seine Abbildungen (Fig. 1 u. 2) sehr abweichend von dem, was wir jetzt als die Anordnungen der feinsten Gallengänge kennen, und hat *Schmidt* nur Eine Figur (3), die der Wahrheit sich nähert.

Auf diese Vorläufer folgten dann die bedeutenden Arbeiten von *Andréjević* und *Mac Gillavry*. Nach *Andréjević* dringen von den mehrfachen interlobulären Gallengängen von allen Seiten Aeste in die *Lobuli* hinein, welche ihren baumförmig verzweigten Charakter bis zu einer grösseren oder geringeren Tiefe beibehalten und dann in ein feines, das ganze Läppchen durchziehendes Netz zerfallen, dessen 1,47—1,51 μ weite, drehrunde Canälchen den Kanten, dessen Knotenpuncte den Ecken der Leberzellen anliegen, so jedoch, dass jeder kleinste Gallengang rings von Leberzellen umgeben ist, und die Kanten der Zellen, die den Blutgefässen anliegen, keine solchen Canäle zeigen, ebenso wenig diejenigen, die gegen die Blutgefässe verlaufen. *A.* beschreibt ferner ganz gut die Bilder von Quer- und senkrechten Schnitten der Läppchen und lässt die Frage offen, ob die feinsten Gallencanälchen eine Membran besitzen oder nicht, obschon er eher zur Bejahung derselben geneigt ist. *Mac Gillavry* verdanken wir die ersten im Ganzen gelungenen Abbildungen der feinsten Gallencanäle, die er im Wesentlichen wie *Andréjević* auffasst. Nach ihm finden sich in jedem Leberläppchen zwei Netze, deren Maschen jede beliebige Richtung zu einer festen Ebene annehmen können. Der von einer Masche umgrenzte Flächenraum ist in der Regel eine krumme Fläche und wohl selten eine Ebene. Das eine Netz (die Blutgefässe) hat grosse, das andere kleine Maschen, beide setzen sich durcheinander fort, und bleibt es dem Zufall überlassen, ob die Röhren beider Systeme sich berühren, umstricken oder unabhängig von einander verlaufen. *Mac Gillavry* ist somit anderer Ansicht als *Andréjević* und auch *Brücke* (Wien. Sitzungsber. 50. II), nach denen Gallencapillaren und Blutgefässe niemals sich berühren, stimmt dagegen darin mit *A.* überein, dass auch er für eine Membran der feinsten Gallengänge sich ausspricht und dieselbe in der That beobachtet zu haben angibt.

Die wichtigen Angaben von *Andréjević* und *Mac Gillavry* wurden bald von *Frey* und *Irminger* bestätigt, welche im Einzelnen ganz an den letztgenannten Beobachter sich anschliessen und die Weite der Gallencapillaren zu 1,3—2,8 μ und die ihrer Maschen beim Kaninchen im Mittel zu 17 μ im längeren und zu 14 μ im queren Durchmesser angeben. In demselben Sinne äusserte sich *Chrzonszczewsky*, gestützt auf natürliche Injectionen der Gallencapillaren mit Indigcarmin, nach der neuen, sinnreichen, von ihm erfundenen Methode, und auch *Hyrtl* sprach sich in Folge seiner Injectionen für die Amphibien für geschlossene Netze feinster Gallengänge aus, die die Leberzellen einschliessen.

So kommen alle aufgeführten neueren Beobachter in dem Einen Ergebnisse zusammen, dass in der Leber ein besonderes System capillarer Gallengänge zwischen den Leberzellen und Blutgefässen vorkomme; allein es fehlte immer noch Manches zu einem vollen Verständnisse des Organes, und waren namentlich weder die genaueren Beziehungen der Gallencapillaren zu den grösseren Gallengängen nachgewiesen, noch auch der Versuch gemacht, den Bau der Leber mit dem anderer Drüsen zu vergleichen und mit demselben in Einklang zu bringen. Da kamen die neuesten Untersuchungen von *Hering* und *Eberth*, und diesen möchte es endlich gelungen sein, diese schwierige Frage ihrem Abschlusse nahe gebracht zu haben. Durch glückliche Injectionen der Lebern niederer Wirbelthiere wurde von diesen Forschern dargethan, dass die Leber denn doch nicht bei allen Vertebraten von dem Baue einer gewöhnlichen Drüse so weit sich entfernt, als es bei den Säugern der Fall zu sein scheint, und so eröffnete sich dann auch eher die Möglichkeit eines Verständnisses des Organes dieser Geschöpfe. Es stimmen übrigens in Betreff der Auffassung der Leber der Säuger *Eberth* und *Hering* nicht ganz überein insofern, als bei der sehr kurzen vorläufigen Mittheilung des ersteren in dieser Beziehung ein Urtheil sich fällen lässt. Nach *Eberth* wiederholen die Säugethiere im Wesentlichen die Verhältnisse der niederen Wirbelthiere, und besteht der Hauptunterschied derselben von den ersteren, abgesehen von dem kleineren Kaliber der Gallencapillaren, in der reicheren Verästelung und Anastomosirung der Canäle. Zur Erleichterung des Verständnisses denke man sich, sagt *E.*, dass die mit Epithel ausgekleideten Canälchen des interlobulären Gallen-

gangsnetzes bald ziemlich plötzlich, bald allmählich bis zum Durchmesser der Leberzellenbalken anschwellen, indem die einzelnen Zellen des Epithels, jedoch mit Beibehaltung der Canallichtung, sich vergrössern, und man habe ein Schema von der Art des Zusammenhanges zwischen den Gallenwegen und dem Leberparenchym. Die Leberzellen seien sonach die eigentlichen Epithelien der capillaren Gallenwege, und das Lumen dieser entspreche dem Lumen der grösseren Gänge. Nach *Eberth* besitzen ferner auch bei Säugern die Gallencapillaren eine besondere Wandung. Dieselbe sei eine doppelt conturirte, zarte Membran, die schon in den feinen interlobulären Gallengängen als *Cuticula* des einschichtigen Plattenepithels auftrete, auch in den Gallencapillaren dieselbe Bedeutung besitze und keine Spur einer Zusammensetzung aus Zellen zeige.

Nach *Hering* ist der Bau der Leber der Säugethiere sehr abweichend von dem der niederen Wirbelthiere, und schildert er die Verhältnisse derselben wie folgt: Die Blutcapillaren einer Leberinsel verlaufen vorherrschend radial vom freien Ende und vom Stamme der Centralvene aus nach der Peripherie, theilen sich wiederholt spitzwinklig dichotomisch und liegen so dicht bei einander, dass je zwei benachbarte nur um den Durchmesser einer Leberzelle von einander abstehen. Diese radial verlaufenden Capillaren communiciren untereinander durch quere Anastomosen, die jedoch viel spärlicher sind als jene, so dass ein Netz mit langen, radial gestellten Maschen entsteht, welche vollständig von den Leberzellen ausgefüllt sind. Jede Leberzelle ist im Allgemeinen zwischen je vier, seltener zwischen drei der radial verlaufenden Capillaren eingezwängt und steht ausserdem noch mit 8—10 Nachbarzellen mit je einer ebenen Fläche in Berührung. Jede Kante einer Leberzelle liegt entweder ihrer ganzen Länge nach einer Blutcapillare an oder stösst wenigstens mit beiden Enden je an eine Capillare. Je zwei sich mit Flächen berührende Leberzellen sind durch eine Scheidewand getrennt, welche zwischen den Capillaren ausgespannt ist. In der Mitte dieser Scheidewände verlaufen die intralobulären Gallencanälchen. Diese berühren nirgends die Blutbahnen, was sie thun müssten, wenn sie an den Zellenkanten verliefen, wie *Andréjević* irrig annahm. Da, wie es scheint, in jeder Zellenscheidewand ein Gallencanal verläuft und die Gallencanäle der einzelnen Scheidewände untereinander zusammenhängen, so bilden sie ein Netz mit polygonalen Maschen vom Durchmesser der Leberzellen. Jede Zelle ist im Allgemeinen von zwei Maschen dieses Netzes eingeschlossen, deren Ebenen sich annähernd rechtwinklig durchschneiden.

Die interlobulären Gallengänge, an denen *H.* keine besondere Wandung findet, gehen in die intralobulären derart über, sagt *Hering* weiter, dass sich die letzteren meist rechtwinklig von den ersteren abzweigen, entweder, indem sie zunächst zwischen die kleinen Zellen des einschichtigen Pflasterepithels treten, an welchen dann sofort die grösseren Leberzellen anliegen, zwischen welchen der abgezweigte Gang weiter verläuft, oder aber die Wand des interlobulären Ganges wird an der, der Leberinsel zugekehrten Seite schon selbst von Leberzellen gebildet, während die andere Seite noch von den kleineren Epithelzellen hergestellt wird, und der abgezweigte Gang tritt dann sofort zwischen die Leberzellen selbst. Bisweilen finden sich auch deutliche Uebergänge zwischen beiden Zellenarten. — Bei keiner von 10 untersuchten Säugethierspecies vermochte *Hering* einen eigentlich tubulösen Bau zu erkennen, wie ihn *Beale* angenommen hatte, und sei die Auffassung dieses Forschers nur insofern zutreffend, als ihr zufolge die Leberzellen als Drüsenepithel anzusehen seien.

Die Leber der Fische, Reptilien und Vögel, schliesst *H.*, passe ohne Weiteres in das Schema einer netzförmig angeordneten tubulösen Drüse, die des Säugethieres lasse sich in diesem Schema nur unterbringen, wenn man es erweitere. Denn die Säugethierleber biete uns das durchaus neue Beispiel einer Drüse, deren Absonderungsgänge zwar auch vom Drüsenepithel umschlossen und durch dasselbe an den Blutbahnen getrennt seien, in welcher aber einerseits die Berührungsfläche zwischen dem Blutgefässsysteme und dem Drüsenepithel dadurch eine enorme Grösse erreiche, dass jede Drüsenzelle mit 3—4 Capillaren in Berührung sei, deren Absonderungsgänge andererseits, dadurch eine erstaunliche Gesammtlänge erlangen, dass jede Drüsenzelle mit jeder ihrer 8—10 Nachbarn einen besonderen Canal für das Secret bilde.

So viel von den neuesten Untersuchungen. Ich selbst habe zuerst durch von *Eberth* freundlichst übersandte Präparate und eingespritzte Lebern von diesen Verhältnissen Anschauungen gewonnen. Später habe ich durch zahlreiche eigene Injectionen von Säugethierlebern mit Berlinerblau, nach *Ludwig*'s und *Hering*'s Methode, meine Erfahrungen erwei-

tert, und hat mich eine sorgfältige Untersuchung vieler Schnitte zu Ergebnissen geführt, die mit den von *Hering* erhaltenen fast ganz und gar übereinstimmen. — Sonderbarerweise führen diese wieder ganz nahe an die alte *Henle*'sche Hypothese von den Intercellulargängen heran (Allg. Anat. S. 906) und behalten auf jeden Fall alle diejenigen Recht, welche das Vorkommen von ächten Drüsencanälen in der Leber verneinten. Aber auch die waren nicht im Irrthume, die, wie *ich* und *Beale*, die Leberzellen als den Epithelzellen anderer Drüsen gleichwerthig ansahen, doch besteht das Drüsenelement der Leber weder aus compacten Strängen dieser Zellen allein (*ich*), noch aus solchen sammt einer Hülle (*Beale*), sondern aus den Leberzellenblättern mit ihren intercellularen Gängen. Am besten führt man den Bau der Leber der Säuger auf den der ächten Drüsen zurück, wenn man von der tubulösen Leber der Amphibien ausgeht und den Fall setzt, dass in einer solchen Leber von den Gallencapillaren seitliche Ausläufer zwischen die Epithelzellen hinein sich bilden und um die einzelnen Zellen Anastomosen darstellen. Würden an einer solchen Leber die Gallengänge sehr zahlreich anastomosirend, die Blutgefässe sehr reichlich und die Gallencapillaren überall da vorkommend gedacht, wo zwei Zellen aneinander grenzen, so hätte man die Leber der Säugethiere.

Nachdem Obiges geschrieben war, erhielt ich am 12. März die zweite ausführliche Abhandlung *Hering*'s, welche mir noch mehr zu sagen erlaubt, dass meine Untersuchungen zu einer fast vollen Bestätigung der Angaben dieses Forschers dienen. Die Puncte, in denen ich abweiche, sind folgende: Erstens bin ich der Ansicht, dass die radialen Blutcapillaren nicht nur in der Querrichtung (tangential), sondern auch in der Senkrechten, d. h. parallel dem Stamme der Centralvene, durch Anastomosen zusammenhängen und somit die Leberzellen noch reichlicher mit Blutgefässen in Berührung kommen, als *Hering* sich denkt. Fertigt man nun Modelle an, indem man die Leberzellen aus Holz entweder als Octaeder mit abgestutzten Endflächen (*Hering*) oder als 5- oder 6seitige niedrige Säulen darstellt, deren Axen unter rechten Winkeln auf die radialen Capillaren oder parallel dem Stamme der Centralvene stehen (*ich*), und bringt man an den eingeschnittenen Blutcapillaren auch die queren und senkrechten Anastomosen an, was *Hering* nicht gethan hat, so ergibt sich, dass alle Leberzellen, die eine quere oder eine senkrechte Blutcapillare begrenzen, unmöglich von zwei vollständigen Maschen des Netzes der Gallencapillaren umgeben sein können, indem an diesen Zellen eine oder mehrere Flächen sich finden, die an drei Seiten von Blutcapillaren begrenzt sind, mit denen die Gallencapillaren sicherlich nie in Berührung kommen, welches letztere am entschiedensten dadurch bewiesen wird, dass auf Querschnitten durch die Blutgefässe niemals ein Querschnitt einer Gallencapillare einem Blutgefässe anliegt (Fig. 307). Aus dem angegebenen Umstande folgt weiter, dass Flächen wie die genannten entweder gar keine Gallencapillare enthalten oder dass diese Capillaren an ihnen zwar vorkommen, aber blind enden. Blinde Enden oder Ausläufer des Netzes der Gallencapillaren sieht man nun in der That sehr häufig, allein es ist begreiflicherweise schwer zu entscheiden, ob dieselben wirkliche blinde Enden darstellen, indem eine unvollkommene Injection solche erzeugt und zweitens umbiegende Capillaren als solche erscheinen können. Ich habe jedoch auch an den vollkommensten Injectionen, an denen ganze Leberläppchen oder die grössten Theile derselben ohne Extravasat und ganz rein injicirt waren, und unter möglichster Vermeidung anderer Täuschungen, blinde Ausläufer des Gallencapillarnetzes gesehen und glaube ich in der That berechtigt zu sein, solche anzunehmen. — In Betreff der erwähnten Modelle bemerke ich noch, erstens dass dieselben unumgänglich nöthig sind, um sich eine Vorstellung der verwickelten Verhältnisse der Blut- und Gallencapillaren zu den Leberzellen zu machen, doch muss man an eine Nachbildung, die allen Leberzellen dieselbe Gestalt gibt, natürlich nicht die Anforderung machen, dass dieselbe alle Verhältnisse getreu wiedergebe. Die beste Einsicht erwarte ich von Modellen der Leberzellen von geschliffenem Glase, die ich eben anfertigen lasse, an denen ich die Rinnen der beiderlei Capillaren mit verschiedenen Farben zu bezeichnen gedenke. Zweitens die Form des Modelles betreffend, so scheint mir die von *Hering* gewählte Gestalt eines Octaeders mit abgestutzten Endflächen mit dem Umstande nicht wohl vereinbar, dass die Leberzellen oft von zwei parallelen Seiten begrenzt und auch die Maschen des Gallencapillarnetzes an Schnitten, die die radiären Blutgefässe der Länge nach treffen, oft rechteckig erscheinen, und habe ich daher die Form einer kurzen, sechsseitigen Säule angewendet, welche ich wie in nachstehendem Holzschnitte zusammenfüge, in welchem die punctirten Linien die Hauptzüge der Blutcapillaren andeuten. — Erhält man bei *Hering*'s Modell zu viel Sechsecke für die Gallencapillaren, so gibt meines, wie mir scheint, doch zu viele Rechtecke, und

so ergibt sich, dass ein besseres Modell nur dadurch sich wird erzielen lassen, dass man nicht allen Zellen dieselbe Form gibt.

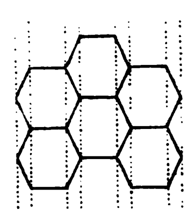


Fig. 309.

Eine zweite Abweichung von *Hering* ist die, dass ich an den Endflächen der Zellen keine einfach sich kreuzenden Gallencapillaren annehmen kann, wie *H.* sie auf seinem Modelle zeichnet, indem in diesem Falle an Schnitten quer durch die radiären Capillaren um diese herum lauter Vierecke entstehen müssten, während doch Fünfecke die Regel sind.

Drittens endlich glaube ich gesehen zu haben (s. Fig. 307), dass da und dort eine Gallencapillare von drei Leberzellen umgeben ist und somit diese Capillaren auch an Kanten der Zellen verlaufen können, welche Kanten jedoch von den S. 433 erwähnten dadurch abweichen, dass sie nicht an Blutgefässe angrenzen. Ein solches Vorkommen war besonders in den mehr peripherischen Theilen des Gallengangnetzes wahrzunehmen, und kann man dasselbe wohl auch als eine Uebergangsform zu feinsten interlobulären Gallengängen betrachten.

Reichert, der neulich die Gallencapillaren als Kunstproducte bezeichnet hat, wird aus solchen Modellen, deren Grundlagen ganz und gar auf der unmittelbaren Beobachtung beruhen, wie die oben gegebenen naturgetreuen Zeichnungen lehren, entnehmen können, dass die Gallencapillaren fast nie den Kanten der Zellen entlang laufen, sondern gerade da, wo, wie er annimmt, die grössten Hindernisse für die Fortbewegung von Extravasaten sich finden, und wird sich daher wohl veranlasst sehen, die Umstände, welche dafür sprechen, dass diese Capillaren, wie sie *Budge* und *Andréjević* zuerst injicirt haben, natürliche Bildungen sind, genauer zu erwägen. Ich bin übrigens im Falle, den bisher bekannten Thatsachen, d. h. 1) der so eigenthümlichen, regelmässigen und immer in derselben Weise wiederkehrenden Gestalt der Netze der Gallencapillaren, und 2) der Möglichkeit, dieselben auf natürlichem Wege durch Indigcarmin zu injiciren, in Folge einer eben gemachten Beobachtung, eine neue unwiderlegliche beizufügen, die nämlich, dass die Gallencapillaren des Kaninchens auch in der nicht injicirten Leber sichtbar sind (Fig. 310). An feinen Schnitten in Alkohol von 33° erhärteten Lebern, die mit Glycerin oder Creosot behandelt oder nach Creosotbehandlung in Canadabalsam eingelegt wurden, erkennt man mit den Immersionslinsen No. 9—10 von *Hartnack* die Gallencapillaren im Querschnitt nicht gerade schwer in der Weise, wie Fig. 309 es wiedergibt, und kann dieselben durch verschiedene Einstellung leicht als Canäle erkennen. Ja selbst Längsansichten derselben habe ich zu wiederholten Malen an solchen Präparaten gesehen. Wahrscheinlich wird es nun gelingen, auch beim Menschen diese Capillaren zu sehen, worüber ich später zu berichten hoffe.

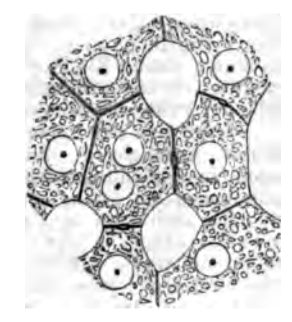


Fig. 310.

Es sei nun noch folgendes erwähnt. Mit Bezug auf die *Cuticula* der Gallencapillaren schliesse ich mich an *Eberth* und die Früheren an, und scheint mir die scharfe Begrenzung der Capillaren, verglichen mit den Umrissen, die die isolirten Leberzellen zeigen, schon mit grosser Wahrscheinlichkeit für eine solche Hülle zu sprechen. Ferner wäre es ohne die Anwesenheit einer solchen bei der sonstigen Zartheit der Leberzellen nicht möglich, dass die Gallencapillaren wenigstens bei gewissen Thieren relativ so leicht sich injiciren lassen. Endlich scheint mir auch die scharfe Begrenzung nicht injicirter Gallencapillaren (Fig. 309) für eine andere Beschaffenheit der Leberzellen an diesen Stellen zu sprechen. Uebrigens würde ich das, was *Eberth Cuticula* nennt, lieber als Zellenmembran bezeichnen und sagen, dass eine solche in der Gegend der Gallencapillaren besser ausgeprägt sei als an den übrigen Stellen. — *Chrzonszczewsky* beschreibt im Centrum der Leberläppchen, um die Centralvene herum, weitere Gallengänge (l. c. p. 159. Fig. 3), die ausser ihm sonst Niemand erwähnt und die mir ganz räthselhaft sind.

Von der Leber der Menschen sind die Gallencapillaren noch nicht eingespritzt. Ich habe an Lebern von Erwachsenen und von Kindern bisher nur negative Ergebnisse erhalten, und wenn ich auch noch so vorsichtig mit geringem Quecksilberdruck einspritzte. Bei Kindern füllen sich alle Gallengänge äusserst leicht, dann aber dringt die Masse in Räume, die

Fig. 309. Schema der Anordnung der Leberzellen und radialen Blutcapillaren.

Fig. 310. Einige Leberzellen des Kaninchens aus einem in Canadabalsam aufbewahrten Schnitte einer in Alkohol erhärteten Leber. Vergr. 570. Man sieht 3 Querschnitte von Gallencapillaren an den Grenzflächen dreier Leberzellen. Die grösseren Lücken sind die Blutgefässräume.

tert, und hat mich eine sorgfältige Untersuchung vieler Schnitte zu Ergebnissen geführt, die mit den von *Hering* erhaltenen fast ganz und gar übereinstimmen. — Sonderbarerweise führen diese wieder ganz nahe an die alte *Henle*'sche Hypothese von den Intercellulargängen heran (Allg. Anat. S. 906) und behalten auf jeden Fall alle diejenigen Recht, welche das Vorkommen von ächten Drüsencanälen in der Leber verneinten. Aber auch die waren nicht im Irrthume, die, wie *ich* und *Beale*, die Leberzellen als den Epithelzellen anderer Drüsen gleichwerthig ansahen, doch besteht das Drüsenelement der Leber weder aus compacten Strängen dieser Zellen allein (*ich*), noch aus solchen sammt einer Hülle (*Beale*), sondern aus den Leberzellenblättern mit ihren intercellularen Gängen. Am besten führt man den Bau der Leber der Säuger auf den der ächten Drüsen zurück, wenn man von der tubulösen Leber der Amphibien ausgeht und den Fall setzt, dass in einer solchen Leber von den Gallencapillaren seitliche Ausläufer zwischen die Epithelzellen hinein sich bilden und um die einzelnen Zellen Anastomosen darstellen. Würden an einer solchen Leber die Gallengänge sehr zahlreich anastomosirend, die Blutgefässe sehr reichlich und die Gallencapillaren überall da vorkommend gedacht, wo zwei Zellen aneinander grenzen, so hätte man die Leber der Säugethiere.

Nachdem Obiges geschrieben war, erhielt ich am 12. März die zweite ausführliche Abhandlung *Hering*'s, welche mir noch mehr zu sagen erlaubt, dass meine Untersuchungen zu einer fast vollen Bestätigung der Angaben dieses Forschers dienen. Die Puncte, in denen ich abweiche, sind folgende: Erstens bin ich der Ansicht, dass die radialen Blutcapillaren nicht nur in der Querrichtung (tangential), sondern auch in der Senkrechten, d. h. parallel dem Stamme der Centralvene, durch Anastomosen zusammenhängen und somit die Leberzellen noch reichlicher mit Blutgefässen in Berührung kommen, als *Hering* sich denkt. Fertigt man nun Modelle an, indem man die Leberzellen aus Holz entweder als Octaeder mit abgestutzten Endflächen (*Hering*) oder als 5- oder 6seitige niedrige Säulen darstellt, deren Axen unter rechten Winkeln auf die radialen Capillaren oder parallel dem Stamme der Centralvene stehen (*ich*), und bringt man an den eingeschnittenen Blutcapillaren auch die queren und senkrechten Anastomosen an, was *Hering* nicht gethan hat, so ergibt sich, dass alle Leberzellen, die eine quere oder eine senkrechte Blutcapillare begrenzen, unmöglich von zwei vollständigen Maschen des Netzes der Gallencapillaren umgeben sein können, indem an diesen Zellen eine oder mehrere Flächen sich finden, die an drei Seiten von Blutcapillaren begrenzt sind, mit denen die Gallencapillaren sicherlich nie in Berührung kommen, welches letztere am entschiedensten dadurch bewiesen wird, dass auf Querschnitten durch die Blutgefässe niemals ein Querschnitt einer Gallencapillare einem Blutgefässe anliegt (Fig. 307). Aus dem angegebenen Umstande folgt weiter, dass Flächen wie die genannten entweder gar keine Gallencapillare enthalten oder dass diese Capillaren an ihnen zwar vorkommen, aber blind enden. Blinde Enden oder Ausläufer des Netzes der Gallencapillaren sieht man nun in der That sehr häufig, allein es ist begreiflicherweise schwer zu entscheiden, ob dieselben wirkliche blinde Enden darstellen, indem eine unvollkommene Injection solche erzeugt und zweitens umbiegende Capillaren als solche erscheinen können. Ich habe jedoch auch an den vollkommensten Injectionen, an denen ganze Leberläppchen oder die grössten Theile derselben ohne Extravasat und ganz rein injicirt waren, und unter möglichster Vermeidung anderer Täuschungen, blinde Ausläufer des Gallencapillarnetzes gesehen und glaube ich in der That berechtigt zu sein, solche anzunehmen. — In Betreff der erwähnten Modelle bemerke ich noch, erstens dass dieselben unumgänglich nöthig sind, um sich eine Vorstellung der verwickelten Verhältnisse der Blut- und Gallencapillaren zu den Leberzellen zu machen, doch muss man an eine Nachbildung, die allen Leberzellen dieselbe Gestalt gibt, natürlich nicht die Anforderung machen, dass dieselbe alle Verhältnisse getreu wiedergebe. Die beste Einsicht erwarte ich von Modellen der Leberzellen von geschliffenem Glase, die ich eben anfertigen lasse, an denen ich die Rinnen der beiderlei Capillaren mit verschiedenen Farben zu bezeichnen gedenke. Zweitens die Form des Modelles betreffend, so scheint mir die von *Hering* gewählte Gestalt eines Octaeders mit abgestutzten Endflächen mit dem Umstande nicht wohl vereinbar, dass die Leberzellen oft von zwei parallelen Seiten begrenzt und auch die Maschen des Gallencapillarnetzes an Schnitten, die die radiären Blutgefässe der Länge nach treffen, oft rechteckig erscheinen und habe ich daher die Form einer kurzen, sechsseitigen Säule angewendet, welche ich wie in nachstehendem Holzschnitte zusammenfüge, in welchem die punctirten Linien die Hauptzüge der Blutcapillaren andeuten. — Erhält man bei *Hering*'s Modell zu viel Sechsecke für die Gallencapillaren, so gibt meines, wie mir scheint, doch zu viele Rechtecke, und

so ergibt sich, dass ein besseres Modell nur dadurch sich wird erzielen lassen, dass man nicht allen Zellen dieselbe Form gibt.

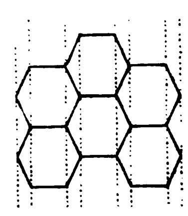


Fig. 309.

Eine zweite Abweichung von *Hering* ist die, dass ich an den Endflächen der Zellen keine einfach sich kreuzenden Gallencapillaren annehmen kann, wie *H.* sie auf seinem Modelle zeichnet, indem in diesem Falle an Schnitten quer durch die radiären Capillaren um diese herum lauter Vierecke entstehen müssten, während doch Fünfecke die Regel sind.

Drittens endlich glaube ich gesehen zu haben (s. Fig. 307), dass da und dort eine Gallencapillare von drei Leberzellen umgeben ist und somit diese Capillaren auch an Kanten der Zellen verlaufen können, welche Kanten jedoch von den S. 433 erwähnten dadurch abweichen, dass sie nicht an Blutgefässe angrenzen. Ein solches Vorkommen war besonders in den mehr peripherischen Theilen des Gallengangnetzes wahrzunehmen, und kann man dasselbe wohl auch als eine Uebergangsform zu feinsten interlobulären Gallengängen betrachten.

Reichert, der neulich die Gallencapillaren als Kunstproducte bezeichnet hat, wird aus solchen Modellen, deren Grundlagen ganz und gar auf der unmittelbaren Beobachtung beruhen, wie die oben gegebenen naturgetreuen Zeichnungen lehren, entnehmen können, dass die Gallencapillaren fast nie den Kanten der Zellen entlang laufen, sondern gerade da, wo, wie er annimmt, die grössten Hindernisse für die Fortbewegung von Extravasaten sich finden, und wird sich daher wohl veranlasst sehen, die Umstände, welche dafür sprechen, dass diese Capillaren, wie sie *Budge* und *Andréjevié* zuerst injicirt haben, natürliche Bildungen sind, genauer zu erwägen. Ich bin übrigens im Falle, den bisher bekannten Thatsachen, d. h. 1) der so eigenthümlichen, regelmässigen und immer in derselben Weise wiederkehrenden Gestalt der Netze der Gallencapillaren, und 2) der Möglichkeit, dieselben auf natürlichem Wege durch Indigcarmin zu injiciren, in Folge einer eben gemachten Beobachtung, eine neue unwiderlegliche beizufügen, die nämlich, dass die Gallencapillaren des Kaninchens auch in der nicht injicirten Leber sichtbar sind (Fig. 310). An feinen Schnitten in Alkohol von 33° erhärteten Lebern, die mit Glycerin oder Creosot behandelt oder nach Creosotbehandlung in Canadabalsam eingelegt wurden, erkennt man mit den Immersionslinsen No. 9—10 von *Hartnack* die Gallencapillaren im Querschnitt nicht gerade schwer in der Weise, wie Fig. 309 es wiedergibt, und kann dieselben durch verschiedene Einstellung leicht als Canäle erkennen. Ja selbst Längsansichten derselben habe ich zu wiederholten Malen an solchen Präparaten gesehen. Wahrscheinlich wird es nun gelingen, auch beim Menschen diese Capillaren zu sehen, worüber ich später zu berichten hoffe.

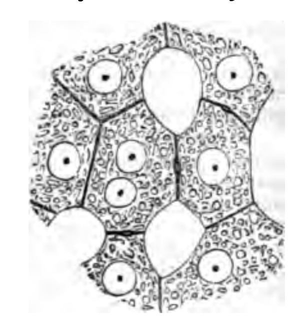


Fig. 310.

Es sei nun noch folgendes erwähnt. Mit Bezug auf die *Cuticula* der Gallencapillaren schliesse ich mich an *Eberth* und die Früheren an, und scheint mir die scharfe Begrenzung der Capillaren, verglichen mit den Umrissen, die die isolirten Leberzellen zeigen, schon mit grosser Wahrscheinlichkeit für eine solche Hülle zu sprechen. Ferner wäre es ohne die Anwesenheit einer solchen bei der sonstigen Zartheit der Leberzellen nicht möglich, dass die Gallencapillaren wenigstens bei gewissen Thieren relativ so leicht sich injiciren lassen. Endlich scheint mir auch die scharfe Begrenzung nicht injicirter Gallencapillaren (Fig. 309) für eine andere Beschaffenheit der Leberzellen an diesen Stellen zu sprechen. Uebrigens würde ich das, was *Eberth Cuticula* nennt, lieber als Zellenmembran bezeichnen und sagen, dass eine solche in der Gegend der Gallencapillaren besser ausgeprägt sei als an den übrigen Stellen. — *Chrzonszczewsky* beschreibt im Centrum der Leberläppchen, um die Centralvene herum, weitere Gallengänge (l. c. p. 159. Fig. 3), die ausser ihm sonst Niemand erwähnt und die mir ganz räthselhaft sind.

Von der Leber der Menschen sind die Gallencapillaren noch nicht eingespritzt. Ich habe an Lebern von Erwachsenen und von Kindern bisher nur negative Ergebnisse erhalten, und wenn ich auch noch so vorsichtig mit geringem Quecksilberdruck einspritzte. Bei Kindern füllen sich alle Gallengänge äusserst leicht, dann aber dringt die Masse in Räume, die

Fig. 309. Schema der Anordnung der Leberzellen und radialen Blutcapillaren.

Fig. 310. Einige Leberzellen des Kaninchens aus einem in Canadabalsam aufbewahrten Schnitte einer in Alkohol erhärteten Leber. Vergr. 570. Man sieht 3 Querschnitte von Gallencapillaren an den Grenzflächen dreier Leberzellen. Die grösseren Lücken sind die Blutgefässräume.

den Blutgefässausbreitungen folgen und ein regelmässiges Netz wie diese darstellen. Hie und da füllt sich auch eine Centralvene, im Ganzen jedoch selten, vielmehr geht in der Regel die Masse (ich wandte nur Berlinerblau an) in die Lymphgefässe und fliesst bald durch die Stämme der *Porta* ab. — Wahrscheinlich werden nur möglichst frische Organe, die mir in letzter Zeit nicht vorkamen, bessere Ergebnisse liefern.

Die Bindegewebskörperchen der Leberlappen scheint *Schmidt* zuerst gesehen zu haben, ohne dieselben richtig zu deuten. *Wagner* läugnete das Vorkommen derselben anfangs, beschrieb sie dann aber später zuerst und vollkommen richtig, und ihm folgte *Engel-Reimers*, der neben denselben nur eine gleichartige Substanz annimmt, welche *Wagner* offenbar auch gesehen, aber als Hülle der Leberzellen aufgefasst hatte. *Henle* endlich läugnet auch hier die Bindegewebskörperchen, nimmt dagegen ein wirkliches Bindegewebe an mit Fäden und Strängen, die sich im Querschnitte neben querdurchschnittenen Capillaren wie Pünctchen oder kleine Kreise ausnehmen und geschlängelt die Lücken des Capillargefässnetzes durchziehen, aus welchen die Leberzellen entfernt worden sind (*Splanchn.* Figg. 142, 143). — Was mich betrifft, so kenne ich die Bindegewebskörperchen der menschlichen Leber schon lange (ebenso *Förster*, wie ich aus seinem Munde weiss) und habe ich dieselben besonders an weichen Lebern leicht für sich darstellbar gefunden. Die Grundsubstanz, welche dieselben trägt und die Capillaren begleitet, ist im Innern der Läppchen äusserst spärlich und häufig nicht zu erkennen; dieselbe ist offenbar das Nämliche, was *Beale* Hüllen der Leberzellenbalken nennt, und hat man sich meiner Meinung nach zu denken, dass das die Blutgefässe und die feinsten Gallengänge mit Epithel begleitende Bindegewebe im Innern der Läppchen zu einer dünnen zwischen den Capillaren und Leberzellenbalken gelegenen Schicht verschmilzt. Das Vorkommen leicht darstellbarer Bindegewebskörperchen in dieser Lage spricht übrigens dafür, dass dieselbe eher als Capillarscheide (*His*), denn als *Membrana propria* der Leberzellenbalken anzusehen ist, das Allerrichtigste ist aber, wie mir scheint das, das ganze Gewebe zwischen den Leberzellen, Capillaren sammt Bindesubstanz, als eigenthümliche Hülle der Leberzellenbalken zu betrachten, ebenso wie auch in andern Drüsen die Bindesubstanz sammt den Gefässen als Hülle der Drüsenelemente aufgefasst wird, so in den Lungen, Speicheldrüsen, Heodn u. s. w.

Setzt man den Leberzellen Salpetersäure zu, so färben sie sich, wie auch *Backer* anführt, grünlichgelb. Zucker und Schwefelsäure macht sie roth. Wasser erzeugt in den Zellen einen reichlichen Niederschlag dunkler Körnchen, die in Essigsäure meist leicht und vollkommen sich lösen, so dass die Zellen mehr oder weniger, oft sehr bedeutend erblassen, wie diess auch dann der Fall ist, wenn man die Säure gleich zusetzt. Kocht man die Leber, so wird das Gewebe hart und erscheinen die Zellen zusammengezogen und krümlich. Verdünnte kaustische Alkalien greifen bei Thieren die Leberzellen rasch an und lösen sie auf, beim Menschen leisten dieselben etwas mehr Widerstand, doch quellen sie gleich von Anfang fast um das Doppelte auf, werden ganz blass und vergehen schliesslich ebenfalls. Aether und Alkohol machen die Zellen kleiner und körnig, ebenso Schwefelsäure und Salpetersäure. Das aus diesen und den oben angeführten Thatsachen hervorgehende Resultat ist, dass die Leberzellen eine bedeutende Menge von stickstoffhaltigen Substanzen, Gallenfarbstoff und Fett enthalten.

§. 158.

Ableitende Gallenwege. Am Lebergange, *Ductus hepaticus*, ist die Hauptverästelung von den Nebenverästelungen wohl zu unterscheiden. Erstere folgt der Pfortader und der Leberarterie, so dass immer ein Pfortaderzweig an einer Seite einen viel engeren Gallengang und eine ebenfalls enge Arterie hat und mit derselben von einer bindegewebigen Hülle, der sogen. *Capsula Glissonii*, umhüllt ist. Die Nebenverästelung beginnt schon in der *Fossa transversa hepatis*, wo, wie *E. H. Weber* vor Jahren entdeckte, der rechte und linke Ast des *Ductus hepaticus* und die hier befindlichen kleineren Zweige derselben eine Menge feinerer und gröberer Aestchen abgeben, die in dem die *Fossa* auskleidenden Bindegewebe sich ausbreiten und ein Netz erzeugen, dass mithin beide Lebergänge verbindet. Ob gewisse kleine Zweige dieses Netzes, wie *Weber* seiner Zeit annahm, blind enden, ist zweifelhaft, dagegen sicher, wie *Beale*, *Henle* und *Riess* nachweisen, dass andere Zweige desselben in die Lebersubstanz eindringen und in derselben enden. Aehnliche Netze feiner Gallengänge finden sich nun auch, wie *Beale* nachgewiesen und *ich* mit *Henle* und *Riess* bestätigen kann, in den grösseren Pfortadercanälen im Innern der Leber (Fig. 311) und umstricken, in der *Glisson*'schen Scheide gelegen, die Pfortaderäste, um dann ebenfalls mit ihren Enden in die Lebersubstanz abzutreten. Doch finden sich schon hier Aeste, d[illegible] das Gewebe eingehen, und je weiter

man in das Innere dringt, um so häufiger werden diese und verschwinden schliesslich die netzförmigen Verbindungen derselben ganz. Die Seitenäste der Lebergänge im Innern der Leber, mögen sie nun Netze bilden oder nicht, liegen, wie es scheint, ohne Ausnahme in zwei Längsreihen, und sind ein guter Theil der bekannten in zwei Zügen stehenden Grübchen als Mündungen derselben anzusehen (*Riess*).

Die letzten Enden der Lebergänge oder die *Ductus interlobulares* verlaufen mit den Enden der Pfortader an der Oberfläche der Leberläppchen. Beim Menschen, wo sie, injicirt, 40—50 μ messen, bilden dieselben, wie ich an Lebern von Kindern regelrecht finde, ein die ganze Oberfläche der Läppchen umspinnendes, verhältnissmässig enges Netz von Gefässen von 20—40—50 μ, mit Maschen von 20—60—100 μ (Fig. 312), dessen weitere Verfolgung ins Innere mir, wie oben erwähnt, nie gelang, indem anschliessend an dasselbe stets Extravasate und dann Füllungen der von den Blutgefässen eingenommenen Räume sich einstellten. Bei mikroskopischer Untersuchung nicht eingespritzter menschlicher Lebern ist es leicht, in der Nähe der Läppchen Gallengänge von 19—24 μ darzustellen, doch sind auch in diesem Falle weitere Ausläufer nicht nachzuweisen. Bei Kaninchen ergeben Lebern mit glücklich injicirten Gallencapillaren, dass die interlobulären Gänge, deren Durchmesser 4—11 μ beträgt, da und dort jedoch im Ganzen spärliche Netze bilden, von denen aus dann feinere Zweige an die Läppchen, um in der von *Hering* geschilderten Weise (s. oben) in die Gallencapillaren sich fortzusetzen, indem die Leberzellen an die Stelle der früheren Epithelzellen treten und die unmittelbare Fortsetzung derselben darstellen.



Fig. 311.


Fig. 312.

Alle Lebergänge bestehen aus einer bis zu Canälen von 220 μ dickeren Faserhaut aus derbem Bindegewebe mit vielen Kernen und elastischen Fäserchen und einem 22 μ dicken Cylinderepithel, das an Gängen unter 90—110 μ allmählich in ein

Fig. 311. Ein grosser Ast des *Ductus hepaticus* aus dem Innern der Leber eines 14 Tage alten Kindes. Vergr. 40. Derselbe zeigt erstens blinde Ausbuchtungen, zweitens einfache Seitenäste und drittens Aeste, die ein reiches Netz bilden.

Fig. 312. Kleiner Gallengang und seine Fortsetzung in netzförmige Gallengänge an der Oberfläche eines Läppchens, aus der Leber eines vier Monate alten Kindes. Vergr. 70.

Pflasterepithelium sich verwandelt, während zugleich die bindegewebige Hülle in eine gleichartige *Membrana propria* übergeht, welche beiden Elemente bis zu den feinsten Gängen, die an das Leberzellennetz angrenzen, bleiben. Wie die grösseren Lebergänge sind auch der gemeinschaftliche Gallengang und der Gallenblasengang gebaut, nur sind die Wände derselben verhältnissmässig dünner und zerfallen deutlich in eine Schleimhaut und in eine Faserschicht, welche letztere auch einzelne musculöse Faserzellen enthält, jedoch im Ganzen so spärlich, dass von einer besonderen Muskelhaut dieser Gänge nicht die Rede sein kann. Möglicherweise fehlen dieselben auch in gewissen Fällen ganz und erklärt sich so, dass *Henle* und *Eberth* dieselben nicht finden konnten.

Die Gallenblase besitzt zwischen dem Bauchfellüberzuge und dem reichlichen subserösen Gewebe eine zarte Muskellage, deren 67—90 μ lange Faserzellen besonders der Länge und der Quere nach verlaufen und nur undeutliche Kerne haben. Die Schleimhaut ist durch viele netzförmig verbundene, höhere und niedrige Fältchen ausgezeichnet, in denen ein Capillarnetz ganz dem der blattartigen Darmzotten gleich sich findet und besitzt ebenfalls ein Cylinderepithel, dessen einzelne Zellen oft wie die Häute der Blase überhaupt von Galle gefärbt sind, ihre Kerne nicht immer deutlich zeigen und nach *Virchow* eine verdickte freie Wand besitzen, die derjenigen der Zellen des Dünndarms ähnlich ist.

Alle grösseren Gallenwege enthalten eine Menge kleiner traubiger, gelblicher, drüsenähnlicher Anhänge, sogenannte Gallengangsdrüsen, in ihren Wänden, deren 35—52—90 μ grosse Bläschen in nichts Wesentlichem von denen anderer kleiner traubenförmiger Drüschen abweichen. Im *Ductus hepaticus*, *choledochus* und im untern Theile des *D. cysticus* sind die Drüsen in der Faserhaut, zum Theil auch aussen an derselben, recht zahlreich, von 0,55 — 2,2 mm und darüber Grösse, und münden durch die schon mit blossem Auge sichtbaren Löcher von 0,22 — 0,3 mm, die der Schleimhaut dieser Canäle ein netzförmiges Ansehen geben, zu einer oder mehreren aus. Im Anfange des *Cysticus* sind die Drüsen selten und in der Gallenblase auf jeden Fall nicht immer vorhanden. Nach *Luschka* liegen dieselben hier, 6—15 an der Zahl, im submucösen Bindegewebe, messen kaum 1 mm und haben einen oft schief verlaufenden und geschlängelten Ausführungsgang. Dagegen kommen drüsenartige Bildungen an den Aesten des *Hepaticus* wieder vor, und zwar erscheinen dieselben ausgezeichnet entwickelt an den Seitenzweigen, die in der *Porta hepatis* und in den grösseren Pfortadercanälen der Leber die oben erwähnten netzförmigen Anastomosen bilden, wo sie schon *E. H. Weber* gesehen. Dieselben liegen auch hier, wie *Riess* mit Recht meldet, ganz in der Faserwand der betreffenden Gänge drin und finden sich in den verschiedensten Graden der Entwickelung, vom einfachen rundlichen oder birnförmigen Säckchen bis zu reichen Träubchen. Aehnliche, nur einfachere und weniger zahlreiche, drüsenartige Gebilde finden sich auch in der Hauptverästelung des *Ductus hepaticus* bis zu Aesten von 0,7 mm und darunter (Fig. 311), und gehört ein Theil der zwei Reihen von feinen Oeffnungen, die in diesen Canälen sich finden, diesen Ausbuchtungen an.

Hier sind noch einige eigenthümliche Abzweigungen der Gallengänge zu erwähnen, die *Vasa aberrantia* (*E. H. Weber*). — Dieselben finden sich 1) im *Ligamentum triangulare sinistrum* als 6—10 und mehr 13—50 μ weite, aus einer Faserhaut und kleinen Zellen bestehende Canäle. *Ferrein* und *Kiernan* sahen dieselben bis an das Zwerchfell sich erstrecken, doch reichen sie meist nur bis zur Mitte des Bandes oder noch weniger weit, indem sie sich verästeln, Netze bilden und auch schlingenförmig zusammenhängen. Nach *Theile* gehen manchmal ziemlich grosse Gallencanäle bis zum Rande des linken Leberlappens, ohne in das dreieckige Band einzutreten. 2) Netzförmig verbundene Gallencanäle finden sich ferner in der häutigen Brücke, die hinter der unteren Hohlvene den *Spigel*'schen und rechten Lappen verbindet, dann in der häutigen Brücke, welche oft die *Vena umbilicalis* deckt und am Rande der Gallenblasengrube. Diese

Vasa aberrantia, die netzförmigen Anastomosen der Lebergänge, sowie ein Theil der drüsenähnlichen Anhänge der Gallengänge gehören offenbar nahe zusammen. Aus Allem, was wir jetzt über die Entwickelung der Leber wissen, geht hervor, dass ein Theil der Anlagen der Gallengänge und wohl auch des Drüsengewebes selbst nicht zur vollen Entwickelung gelangt, dann aber später im Zustande der Verkümmerung noch mehr weniger wuchert und so theils als *Vasa aberrantia*, theils als mehr drüsenähnliche Bildungen sich darstellt. Wenn auch, wie nicht zu bezweifeln ist, manche Anhänge der Gallengänge und drüsenartige Nebenorgane derselben als unmittelbare Wucherungen derselben sich bilden, so finden sich doch zwischen diesen und den verkümmerten ächten *Vasa aberrantia* die zahlreichsten Uebergänge, und erscheint es nicht als rathsam, dieselben scharf von einander zu sondern. Physiologisch sind wohl alle diese Organe von geringerem Belang, doch wüsste ich nicht, was der Annahme im Wege stehen sollte, dass dieselben, wie die ächten Gallengänge, Schleim absondern. — Ueber die Einzelnheiten in Betreff dieser Gänge und das Verhalten der Gallengänge überhaupt verweise ich auf die ausführlichen Mittheilungen von *Beale*, *Henle* und *Riess*.

Die Galle ist regelrecht ganz flüssig und führt nur zufällig cylindrische Epithelialzellen aus den gröberen Gallengängen als Beimengung. Leberzellen habe ich nie in derselben gesehen, und beruht, was Einige von solchen angeben, entweder auf einer Täuschung oder auf einer Verwechselung mit den vieleckigen Zellen des Epithels der *Ductus interlobulares*. Als nicht regelrechte, aber häufig vorkommende Bestandtheile sind zu nennen Fetttropfen, Gallenfarbstoff in Form von Körnern oder körnigen Massen, die wie in den Leberzellen, so auch in der Galle selbst unter gewissen Verhältnissen in Menge sich ausscheiden, und diesen sind dann noch als seltenere Vorkommnisse Krystalle von Cholestearin und besonders die von *Virchow* (Mittheil. d. Würzb. phys. med. Ges. I. S. 311) gesehenen röthlichen Nadeln von Bilifulvin anzureihen.

§. 159.

Gefässe und Nerven der Leber. Die Leber steht in Bezug auf ihre Blutgefässe einzig in ihrer Art da, indem sie ausser einer Arterie und einer ableitenden Vene auch noch eine zuführende Vene, die Pfortader, besitzt. Während dieses letztere Gefäss recht eigentlich das absondernde Gewebe speist und durch ein in demselben befindliches Capillarnetz in die Lebervenen unmittelbar sich fortsetzt, ist die Arterie mehr zur Versorgung der Wände der Gallengänge, der Pfortader selbst, der *Glisson*'schen Kapsel und der serösen Hülle der Leber vorhanden, und betheiligt sich nur in untergeordneter Weise an dem Capillarnetze der Leberinselchen. — Die Verästelungen der Pfortader und einiger kleinen Venen der Gallenblase und des Magens namentlich (cf. *Weber Ann. acad.* II. 1845), die für sich in die Leber treten, geschehen im Allgemeinen mit Zweitheilungen, doch treten schon von den grössten Aesten und dann auch von den kleineren ausser den Hauptzweigen, in die sie sich spalten, noch eine Menge kleinerer Gefässchen unter rechtem Winkel ab. Die letzteren begeben sich oft gleich, oft nach ganz kurzem Verlaufe zu den Leberinselchen, welche die grössten Gefässcanäle begrenzen, während die grösseren Pfortaderäste alle, immer mehr sich verästelnd und verfeinernd, je nach ihrem Durchmesser, eine kürzere oder längere Strecke in den von der *Capsula Glissonii* ausgekleideten Gefässcanälen durch das Lebergewebe zu verlaufen haben, bevor sie an die Leberinselchen oder Leberläppchen treten. Jedes derselben erhält, von diesen oder jenen Gefässen abstammend, wenigstens drei, meist vier und fünf kleine Gefässchen von 18—36 μ, die *Kiernan* *Venae interlobulares* nennt, doch versorgt eine solche Vene nie nur ein Leberinselchen, immer zwei oder selbst drei. Ihre letzten Aestchen, *Rami lobulares* (*Kiernan*), dringen zu 10, 15—20 meist unter rechtem Winkel in die benachbarten Leberinselchen ein und lösen sich gleich in das Capillarnetz derselben auf, ohne beim Menschen unmittelbar mit einander in Verbindung zu stehen, wie denn auch sonst Verbindungen der einzelnen Pfortaderäste nirgends sich finden, und deren Verzweigungen nur durch das feinste Gefässnetz des Organs verbunden sind.

Das Capillarnetz der Leberinselchen (Fig. 313) füllt die Zwischenräume der Leberzellen vollkommen aus, so dass das absondernde Lebergewebe, wie wir schon oben sahen, wesentlich nur aus zwei Elementen, den Leberzellen und den Blutcapillaren besteht. Wie das Leberzellennetz durch die ganze Leber eins ist, wohl aber durch die regelmässig von Stelle zu Stelle abtretenden Gallengänge und zutretenden Gefässe in einzelne kleinste Abschnitte getheilt wird, so auch das Capillarnetz der Blutgefässe, das von einem Leberinselchen aufs andere übergeht, aber doch auch an gewissen Orten Unterbrechungen zeigt. Die Weite der Capillaren ist im Allgemeinen etwas geringer als die Breite der Leberzellen, jedoch verhältnissmässig bedeutend, beim Menschen von 9—11 μ im Mittel, 4—20 μ in den äussersten Grössen, und zwar sind die weiteren Gefässchen, vorzüglich in der Nähe der ein- und austretenden Venen der Leberinselchen, die engsten in der Mitte zwischen beiden, und nach *Beale* an den Enden der *Arteriae interlobulares* gelegen. Die Maschen des Netzes sind in den inneren Theilen der Leberinselchen mehr langgestreckt, in den äusseren mehr rundlich, während ihre Breite und Höhe der Dicke der Blätter des Leberzellennetzes gleichkommt und 13—40 μ beträgt.

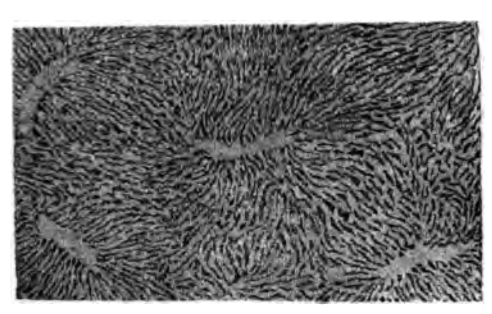


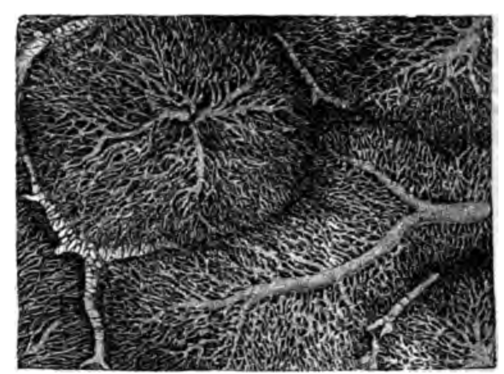
Fig. 313.

Die Lebervenen gleichen im Wesentlichen der Pfortader insofern, als sie keine Klappen haben, baumförmig unter spitzen Winkeln sich verästeln, mit ihren Zweigen untereinander nicht zusammenhängen und mit den grösseren Aesten noch eine Menge kleiner Gefässe aufnehmen, dagegen liegen diese Gefässe für sich allein in besondern Canälen der Lebersubstanz fest mit ihr verbunden, weshalb sie auch durchschnitten nicht zusammenfallen, und ermangeln wenigstens in den feineren Verästelungen einer äussern bindegewebigen Hülle, die auch an den grössten Stämmen nur ganz unentwickelt ist. Ganz verschieden von dem, was die *Vena portae* zeigt, ist aber das Verhalten der letzten Aestchen der Lebervenen, die *Kiernan Venae intralobulares*, *Krukenberg Venae centrales lobulorum* nennt. Diese Venen, von 27—70 μ beim Menschen, untersucht man am besten zuerst bei einem Geschöpfe, dessen Leber in deutliche Läppchen zerfällt, wie beim Schweine, nach dem auch *Kiernan* seine zum Theil etwas schematischen Figuren entworfen hat. Oeffnet man hier einen kleinen Zweig der Lebervene, so sieht man durch die Wände des Gefässes vieleckige Felder als Umrisse der gegen die Vene gekehrten Begrenzungsflächen der Läppchen sehr deutlich (Fig. 299). Eine aus der Mitte einer jeden dieser Flächen, die *Kiernan* »*Bases*« der Läppchen nennt, heraustretende kleine Vene mündet unmittelbar in das grössere Gefäss ein und führt, auf der entgegengesetzten Seite verfolgt, bis ins Innere eines Läppchens, woselbst sie aus dem Capillarnetze desselben entspringt, nie und nimmer aber weiter zu einem zweiten oder dritten Läppchen tritt. So kommt aus jedem Läppchen immer nur Eine Vene heraus, die deshalb auch *V. intralobularis* heisst. Die Gefässe, in welche diese Venen unmittelbar einmünden, nennt *Kiernan Sublobulares*, weil sie an den Basalflächen der Läppchen verlaufen. Dieselben sind bald grösser, beim Schweine bis zu 2—5 mm, und liegen dann in Canälen, welche rings herum von den Grundflächen einer gewissen Anzahl von Läppchen begrenzt werden, bald feiner und sehr fein bis 62 μ, und ziehen dann nur

Fig. 313. Capillarnetz der Leber des Kaninchens mit den Stämmen der *Venae intralobulares*. Vergr. 45. Nach einer Injection [illegible]

zwischen den Läppchen durch. Die *Venae sublobulares* setzen grössere Venen zusammen, welche nur wenige oder keine *Venae intralobulares* mehr unmittelbar aufnehmen (Fig. 300) und daher auch nur zum Theil oder gar nicht von den Grundflächen der Läppchen, sondern von den Seitenflächen oder Spitzenflächen derselben (Kapsularflächen, *Kiernan*) begrenzt werden. Solche Venen nehmen, wenn sie kleiner sind, noch *Venae sublobulares* aus den sie begrenzenden Läppchengruppen auf oder endlich nur grössere Venen, die sich wie sie verhalten.

Das Verhalten der *Venae intralobulares* ist sehr einfach. Eine jede derselben dringt geraden Weges in der Axe eines Leberinselchens oder Läppchens ein und spaltet sich etwa in der Mitte in zwei oder drei Hauptäste, die häufig noch einmal sich theilen. Die Capillaren münden nicht bloss in die Enden dieser Venen, sondern auch in ihre Stämmchen während des ganzen Verlaufs derselben ein, ja es sollen, nach *Theile*, Capillaren auch noch in die Anfänge der *Venae sublobulares* sich öffnen. An allen Läppchen oder Inselchen, deren Spitzenfläche entweder an der Oberfläche der Leber oder gegen einen grösseren Gefässstamm zugewendet liegt, erstrecken sich die Intralobularvenen bis nahe an die Enden derselben, während sie an den andern mehr in der Mitte bleiben, so dass sie hier überall um etwa den halben Durchmesser der Läppchen von den nächsten Interlobularvenen der *Vena portae* abstehen.


Fig. 314.

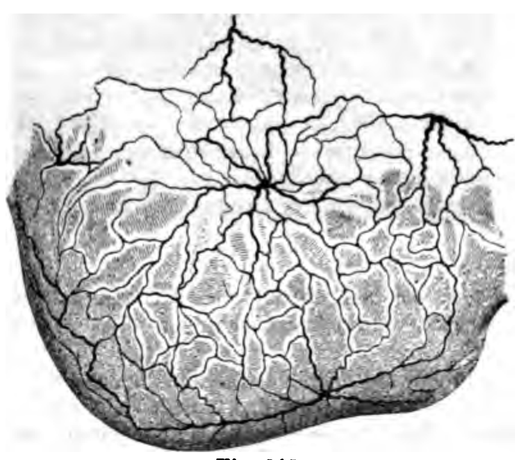
Die Leberarterie begleitet grösstentheils die Pfortader und die Gallencanäle, liegt neben den letzteren innerhalb der *Glisson*'schen Kapsel und verhält sich in ihrer Hauptverästelung gerade wie die Pfortader. Ihre Endausbreitung findet dieselbe an den Gefässen und Gallengängen, sowie in der *Glisson*'schen Kapsel, in dem fibrösen und serösen Ueberzuge der Leber und in den Leberinselchen, und je nachdem unterscheidet man *Rami vasculares*, *capsulares* und *lobulares*.

1) *Rami vasculares*. Während ihrer Verästelung neben der Pfortader gibt die Leberarterie eine Menge kleiner Zweige, meist rechtwinklig ab, die in dem *Glisson*'schen Umhüllungsgewebe einen Plexus bilden, aus dem zum Theil noch *Rami lobulares* für die Seite der Pfortadercanäle entstehen, die den Stämmen der Arterie abgewendet sind, zum Theil viele Zweigelchen für die Wände der Pfortader, die grösseren Aeste der Arterie selbst, die Lebervenen, die *Glisson*'sche Kapsel und die Gallencanäle ihren Ursprung nehmen. Besonders ausgezeichnet ist diese Gefässausbreitung in den letztern Canälen, so dass dieselben nach einer geglückten Einspritzung fast so roth wie die Arterien aussehen. Aus einem mässig weiten Capillarnetze, dass in allen den genannten Theilen, auch um die Gallengangsdrüsen, sich entwickelt, sammeln sich die *Venae vasculares*, die, wie *Ferrein* entdeckte und die Späteren von *Kiernan* an bestätigten, nicht in Lebervenen, sondern in kleine Pfortaderzweige, wie sie innerhalb der *Glisson*'schen Kapsel von grösseren

Fig. 314. Ein Stückchen einer sehr gelungenen Injection der Lebervenen des Kaninchens, 45mal vergr. Die eine *Vena intralobularis* ist in ihrem ganzen Verlaufe sichtbar, die andere nur in ihren Wurzeln. Die Capillaren der Läppchen fliessen zum Theil zusammen, ebenso an einem Orte zwei Venenwurzeln. Im Umkreise der Läppchen sind *Venae interlobulares* sichtbar. Nach einem Präparate von *Harting*.

abgehen, einmünden und daher als innere oder Leberwurzeln der Pfortader zu betrachten sind. Aus diesem Grunde lässt sich von der Leberarterie aus die Pfortader zum Theil einspritzen, und umgekehrt füllen sich bei Einspritzung der Leberarterie und Pfortader die fraglichen Gefässnetze von beiden Seiten her, wogegen es nicht gelingt, von den Lebervenen aus unmittelbar Masse in sie einzubringen. Nach *Beale* liegen in den weiteren Pfortadercanälen der Leber vielfach verbundene *Venae vasculares* immer zu zweien neben den Arterien, und in ähnlicher Weise verhalten sich nach diesem Forscher auch die Venen der Gallenblase und der *Fossa transversa hepatis*.

2) *Rami capsulares*. Abgesehen von einigen schon vor dem Eintritte der Arterie in die Leber zur *Fossa ductus venosi*, zum *Lig. teres* und *suspensorium* verlaufenden Aestchen, sind alle Arterienzweige der Leberhüllen Endausläufer gewisser der durch die Leber sich verbreitenden Arterien, die an verschiedenen Orten der Oberfläche zwischen den Leberinselchen zu Tage treten. An ihren Austrittstellen und zum Theil schon vorher zerfallen diese, beim Erwachsenen bis 0,11 mm, beim Kinde bis 0,45 mm messenden Gefässe sternförmig in 3—5 untergeordnete Aeste, verlaufen meist ausgezeichnet korkzieherartig gewunden und vielfach verbunden weiter, und überziehen so die ganze Leberoberfläche bis an die grossen Venenstämme (*Venae hepaticae*, *Vena portae*, *V. cava inferior*) und die Lebergruben und Ränder überhaupt mit einem zierlichen Arteriennetze (Fig. 315). Schliesslich bilden diese Arterien überall ein grossmaschiges Geflecht von Capillaren und führen, wenigstens an vielen Orten, ob überall, weiss ich nicht, in Venen über, die an ihren Stämmen zurücklaufen, in die Leber eindringen und in Pfortaderäste einmünden. Mithin gäbe es auch *Venae advehentes capsulares* oder Pfortaderwurzeln von dieser Seite her. Die Arterien und Venen der Leberhülle stehen einerseits an ihren Endpuncten in Verbindung mit Ausläufern der *Vasa mammaria interna*, *phrenica*, *cystica*, selbst der *suprarenalia* und *renalia dextra* (*Theile*), und hängen andererseits in den Lebergruben auch mit denen der *Glisson*'schen Kapsel, der Hohlvene und Lebervenen zusammen.


Fig. 315.

3) *Rami lobulares*. Mit jeder *Vena interlobularis* der *Vena portae* verläuft ein Aestchen der *Art. hepatica* von höchstens 17 μ (*Theile*), das zwischen den Leberinselchen, beim Schweine in den Kapseln der Läppchen, in feine unter einander verbundene Zweigelchen sich spaltet und unmittelbar mit dem äusseren Theile des Capillarnetzes der Leberinselchen oder Läppchen, das, wie oben auseinandergesetzt wurde, von der Pfortader gebildet wird, zusammenhängt. Mithin betheiligt sich auch arterielles Blut, wenn schon in geringer Menge, an der Gallenbereitung, und ist die Leberarterie auch darin von den Bronchialarterien verschieden, deren Blut wenigstens zum Theil durch besondere Venen abgeführt wird.

Die Lymphgefässe der Leber sind sehr zahlreich und zerfallen in ober-

Fig. 315. Arteriennetz eines Theiles der gewölbten Oberfläche einer kindlichen Leber in natürlicher Grösse.

flächliche Netze unter der *Serosa* und tiefe Gefässe, die die Pfortader und bei Thieren wenigstens auch die Lebervenen begleiten (*ich*). Beiderlei Gefässe stehen im Zusammenhange und führen zum Theil durch das Zwerchfell in die Brusthöhle, zum Theil zu kleinen Lymphdrüsen in der *Porta hepatis* und zu den Eingeweideplexus. Nach *Teichmann* bilden die tiefen Lymphgefässe der Leber zwischen den Läppchen entweder Netze mit verschieden grossen Lücken oder verlaufen in grösserer Zahl als einzelne Gefässe von 18 μ Durchmesser. In das Innere der Läppchen waren nur einzelne Körnchen der Injectionsmasse zu verfolgen, doch fand sich diese bis zu der *Vena centralis* hin. Glücklicher war *Mac Gillavry*, dem es beim Hunde gelang, auch die Lymphgefässe der Läppchen selbst zu füllen, wobei sich die merkwürdige Thatsache herausstellte, dass dieselben alle capillären Blutgefässe scheidenartig umgeben. Die Wandung dieser capillären Lymphräume wird nach *M. G.* gebildet einmal von der Wandung der Blutgefässe und nach aussen von spärlichen Bindegewebsfibrillen, Leberzellen und Gallencapillaren. Letzteres ist, wie wir sahen, nicht richtig, und werden fernere Untersucher vor Allem darnach zu forschen haben, ob diese Lymphräume auch das typische Plattenepithel anderer solcher Canäle führen. Ferner wird auch in Frage kommen, ob dieselben allgemein vorkommen, in welcher Beziehung ich wie *Hering* (2. Mitth. S. 17) betonen möchte, dass beim Kaninchen die Verhältnisse andere zu sein scheinen, indem bei Extravasaten von den Gallencapillaren aus stets die Blutcapillaren und nicht Lymphräume um dieselben sich füllen. Beim Menschen sprechen meine oben angeführten Injectionen bei Kindern, bei denen von den Gallengängen aus durch Extravasat stets solche Netze in den Läppchen, wie *Mac Gillavry* sie abbildet und dann die Lymphstämme in den Portalcanälen sich füllten, für ähnliche Verhältnisse. Ebenso habe ich bei Injection der oberflächlichen Lymphgefässe der Leber des Erwachsenen durch Einstich in die Hülle der Leber dieselben Netze gefüllt erhalten. Nichts desto weniger wage ich es noch nicht mit Bestimmtheit im Sinne von *Mac Gillavry* mich auszusprechen, und fordere ich zu weitern Untersuchungen dieser Verhältnisse auf. — Die Saugadern der Gallenblase sind äusserst zahlreich, ihr feineres Verhalten in der Schleimhaut jedoch noch unbekannt.

Die Nerven der Leber sind verhältnissmässig sehr zahlreich, stammen vom *Sympathicus* und einem kleinern Theile nach vom *Vagus*, und breiten sich vorzüglich mit der *Arteria hepatica* aus, die sie mit engeren und weiteren ganglienlosen Netzen umstricken. Dieselben enthalten neben vielen feinen dunkelrandigen Röhren und marklosen Fasern von demselben Baue, wie die der Milz (siehe unten), immer einzelne dicke Fasern, und lassen sich verfolgen 1) in die Gallenblase und zu den grossen Gallengängen, 2) in der *Glisson*'schen Kapsel bis zu den *Arteriae interlobulares*, wo die feinsten Zweigchen von 18 — 27 μ nur noch marklose Fasern führen, 3) zu den Lebervenen, 4) endlich in die Hüllen des Organes.

Die Untersuchung der Leber wird am besten zuerst beim Schweine vorgenommen, bei welchem Thiere die deutliche Sonderung der Läppchen die Auffassung der Beziehungen des absondernden Gewebes zu den Gefässen und Lebergängen ungemein erleichtert. Die Leberzellen stellen sich bei allen Geschöpfen mit der grössten Leichtigkeit einzeln und in Reihen oder in Bruchstücken der Blätter dar, um dagegen ihre Gesammtanordnung richtig aufzufassen, kann man entweder aus einer frischen Leber mit dem Doppelmesser feine Schnitte ausschneiden oder in Alkohol, Holzessig, Chromsäure etc. erhärtete Lebern benutzen und dann noch Carmin zur Färbung der Kerne anwenden. Werden im letzteren Falle auch noch die Blutgefässe mit Berlinerblau gefüllt, so erhält man ausgezeichnet schöne Bilder. Die feinsten interlobulären Gallengänge sind nicht leicht zu finden, doch wird man bei Schnitten, die durch mehrere Läppchen gehen, bei sorgfältigem Suchen fast in jedem Stücke am Rande der Läppchen einzelne Bruchstücke derselben, die an ihren kleinen, vieleckigen Zellen leicht kenntlich werden, wahrnehmen. Die Gallencapillaren lassen sich beim Kaninchen schon mit der Spritze nicht unschwer mit Berlinerblau injiciren, viel schönere

Füllungen gewinnt man jedoch mit einem mässigen constanten Quecksilberdrucke von 20—40 mm nach *Ludwig*'s Methode, und vor Allem mit *Hering*'s neuem, ausgezeichnetem Apparate, den ich nicht genug empfehlen kann, nur muss die Leber ganz frisch sein und, wie *Hering* empfiehlt, gleich nach dem Oeffnen des Thieres durch Durchschneiden der *Cava* über dem *Diaphragma* möglichst blutleer gemacht worden sein. Auf diesem Wege kann man in ein paar Minuten ausgezeichnet reine und stellenweise vollständige Füllungen der Leberläppchen erhalten und nachträglich noch die Pfortader mit Carmin und Leim injiciren. Eine so eingespritzte Leber erhärtet man in einem mit einigen Tropfen Essigsäure angesäuerten Alkohol von 33—40° und gibt dann feine Schnitte erst in Creosot (*Stieda*) und dann in Balsam. Oder man färbt vorher Schnitte von Lebern, deren Blutgefässe nicht gefüllt sind, in Carmin und schliesst sie dann wie gewöhnlich ein. Zur Untersuchung injicirter Gallencapillaren ist das stereoskopische Mikroskop unschätzbar, und erhält man in keiner andern Weise so klare Anschauungen des wirklichen Verhaltens der Netze der Gallencapillaren. Die gröberen Gallenwege machen keine Schwierigkeiten. Die Drüsen derselben sieht man zum Theil mit blossem Auge, zum Theil durch *Natron causticum* leicht, und die *Weber*'schen Anastomosen der zwei Lebergänge in der *Fossa transversa* bei guten Einspritzungen. Die *Vasa aberrantia* im *Lig. triang. sinistrum* und an andern Orten nimmt man auch ohne Füllung bei Essigsäure oder Natronzusatz wahr. — Nerven und Lymphgefässe der Leber sind, die feinsten Theile derselben ausgenommen, auch beim Menschen leicht zu sehen. Die Blutgefässe erfordern gute Einspritzungen, für die ich beim Menschen vor Allem kindliche Lebern empfehle, an denen namentlich die Ausbreitungen der *Art. hepatica* in der serösen Hülle, an den Gefässen etc. prächtig werden. Das Capillarnetz der Läppchen füllt sich mit feiner Masse leicht, auch sind eine Reihe vortrefflicher Stücke von verschiedenen Meistern allgemein verbreitet.

Literatur der Leber. *F. Kiernan, The anatomy and physiology of the liver*, in *Phil. transact.* 1833; *E. H. Weber, Annot. anat. et physiol.* Prol. VI, VII et VIII. Lips. 1841 u. 1842, und *Programmata collecta.* Fasc. II. Lips. 1851; dann in *Müll.* Arch. 1843. S. 318, und Berichte der K. Sächs. Ges. d. Wissensch. zu Leipzig, 1850. S. 151; *A. Krukenberg*, Untersuchungen über den feineren Bau der menschl. Leber, in *Müll.* Arch. 1843; *J. Müller* in seinem grossen Drüsenwerk, in der Physiologie und in seinem Archiv 1843. S. 338; *Theile*, Art.: Leber, in *R. Wagner*'s Handw. der Phys. II. S. 308. 1844; *C. L. J. Backer, De structura subtiliori hepatis sani et morbosi. Diss. inaug. Trajecti at Rhenum* 1845; *Natalis Guillot, Sur la structure du foie des animaux vertébrés*, in *Ann. d. scienc. nat.* 1848. p. 129; *A. Retzius*, Ueber den Bau der Leber, in *Müll.* Arch. 1849. II. S. 154; *C. Wedl*, Ueber die traubenförmigen Gallengangdrüsen, in Sitzungsber. der Wien. Akad. 1850. Dec. S. 480. *c. tab.*; *N. Weja*, Beiträge zur feineren Anatomie der Leber, in *Müll.* Arch. 1851. S. 79; *Lereboullet, Sur la structure intime du foie.* Paris 1853, auch in *Compt. rend.* 1852. Janv.; *A. Cramer, Bijdr. t. d. fijn. struct. d. lever*, in *Tijdschr. d. nederl. maatsch.* 1853. Febr.; *Gerlach*, in *Ecker Icones.* Tab. VII; *Reichert*, im Jahresbericht von 1855. S. 77; *Remak*, Unters. z. Entw. S. 118; *Rainey, On the capillaries of the liver*, in *Micr. Journ.* I. p. 231; *Kölliker*, Vorkommen e. phys. Fettleber bei saugenden Thieren, in Würzb. Verh. VII; *L. S. Beale, Lect. on the min. anat. of the liver*, in *Med. Tim. and Gaz.* 1856. Nr. 299, 302, 303, 306; dann in *Philos. Trans.* Vol. 146. I. p. 375; *On some points of the anat. of the liver.* London 1856, *Churchill*, und *Archives of Medecine.* London 1857. I. p. 21—34 und II. p. 116; *Virchow*, Ueber das Epithel der Gallenblase und e. intermediären Stoffwechsel des Fettes, in s. Arch. XI. S. 574; *L. Braun. De hepatis cellulis et commutationibus, quas subeunt illae quidem reagentibus chemicis tractatae.* Gryphiae 1858. *Diss.*; *Luschka*, Die Drüsen der Gallenblase des Menschen, in Zeitschr. f. rat. Med. 1858. Bd. IV. S. 189; *Schmidt*, in *Amer. Journal of the medical Science.* 1859. p. 13; *J. Budge*, Ueber den Verlauf der Gallengänge, in *Müll.* Arch. 1850. S. 642; *E. Wagner*, Beitrag z. normal. Bau der Leber, in Arch. d. Heilkunde. 1859. S. 251, und Oestr. Zeitschr. f. prakt. Heilk. 1861. Nr. 13; *J. Engel-Reimers, Expl. micr. de tel. hepat. conjunctura.* Berol. 1860; *Heschl*, in Oestr. Zeitschr. f. prakt. Heilk. 1861. Nr. 10; *Henle*, in Gött. Nachr. 1861. Nr. 20, und in s. *Splanchnologie*; *J. Andréjević*, Ueber den feineren Bau der Leber, in Wiener Sitzungsber. Bd. LXIII. S. 379, abgedr. in *Moleschott*'s Unt. VIII. S. 350; *J. Schroeder van der Kolk*, in *Versl. d. K. Akad. v. Wetenschappen Natuurk.* D. XII (Leber des Elephanten); *F. Schweigger-Seidel*, in *Virch.* Arch. XXVII. S. 505 (Gallencapillaren); *L. Riess*, in Arch. f. Anat. 1863. S. 473

(Gallengänge): *Mac Gillavry*, in Wien. Sitzungsber. Bd. L. II. Abth. S. 207; *E. Brücke*, in Wien. Sitzungsber. Bd. L. II. Abth. S. 501; *N. Chrzonszczewsky*, in Med. Centralbl. 1864. Nr. 38, *Virch.* Arch. Bd. XXXV. S. 153; *J. Hyrtl*, in Wiener Sitzungsber. Bd. XLIX. S. 161; *G. Irminger*, Beitr. zur Kenntniss der Gallenwege. Zürich 1865. *Diss.*; *E. Hering*, Ueber den Bau der Wirbelthierleber. I. Abth., in Wien. Sitzungsber. 11. Mai 1866, II. Abth. ibid. 6. Dec. 1866, beide im Bd. LIV; ferner: Vorläufige Mittheilung zur II. Abth. Bd. LIV. S. 240; *C. J. Eberth*, im Med. Centr. 1866. Nr. 57 u. in *Virch.* Arch. Bd. XXXIX. S. 70; *Reichert*, im Arch. f. Anat. 1866. S. 734.

VI. Von der Bauchspeicheldrüse.

§. 160.

Die **Bauchspeicheldrüse**, *Pancreas*, ist eine zusammengesetzt traubenförmige Drüse, die mit den Speicheldrüsen so sehr übereinstimmt, dass eine kurze Auseinandersetzung ihrer Verhältnisse genügt. Wie bei allen solchen Drüsen unterscheidet man grössere, kleinere und kleinste Läppchen sehr deutlich, und findet die letzten aus mikroskopischen Drüsenbläschen zusammengesetzt, die hier durch ihre mässige Grösse von 45 — 90 μ und meist rundliche Gestalt sich kennzeichnen. Dieselben haben wie überall eine *Membrana propria* und ein Pflasterepithel, dessen Zellen ausser einer durch Essigsäure fällbaren und im Ueberschusse sich wieder auflösenden Substanz, die wahrscheinlich mit der Proteinsubstanz des *Succus pancreaticus* übereinstimmt, sehr häufig durch eine Menge von Fettkörnchen sich auszeichnen, so dass die Drüsenbläschen ganz dunkel und wie mit Zellen ganz gefüllt erscheinen. Die Ausführungsgänge, die, wie anderwärts, mit den Drüsenbläschen verbunden sind und zu grösseren Canälen und schliesslich zum *Ductus Wirsungianus* sich vereinen, sind weisslich und eher dünnwandig. Dieselben bestehen nur aus Bindegewebe und elastischen Fäserchen, und besitzen alle ein Epithel von kleineren cylindrischen Zellen, die eine Länge von 13 — 18 μ, eine Breite von 4 — 5 μ kaum überschreiten. In den Wänden des *Ductus Wirsungianus* und seiner grösseren Nebenäste sitzen kleine, traubige Drüschen von 130 — 180 μ, mit Bläschen von 34 — 45 μ und einem mehr fettarmen Epithel in bedeutender Zahl, die in ihren Leistungen möglicher Weise mit den Läppchen des *Pancreas* übereinstimmen. Den zweiten kleinern Ausführungsgang des *Pancreas*, der im Kopfe der Drüse entspringt und mit dem Hauptgange durch einen Seitenzweig verbunden, bald über, bald unter dem grössern Gange einmündet (*Verneuil, Bernard, Sappey*), habe ich in vielen Fällen gesehen, doch bezweifle ich nicht, dass derselbe nicht auch, wie *Henle* angibt, manchmal vermisst wird. Das *Pancreas* besitzt das gewöhnliche Drüsenumhüllungsgewebe mit Fettzellen in ver-


Fig. 316.

Fig. 316. Gefässe des *Pancreas* des Kaninchens. Vergr. 45.

schiedener Zahl, in dem die **Gefässe** und **Nerven** der Drüse sich ausbreiten. Die erstern verhalten sich genau wie bei der *Parotis*, nur dass die Lymphgefässe zahlreicher erscheinen, und was die letztern anlangt, so begleiten dieselben, wie es scheint, nur die Gefässe, stammen vom *Sympathicus* und führen feine und einzelne mitteldicke Fasern. — Der **Bauchspeichel** ist regelrecht vollkommen flüssig und enthält nur zufällig beigemengte Bestandtheile wie abgelöstes Epithel der Drüsenbläschen und der Gänge. — Die **Entwickelung** des *Pancreas* beginnt mit einer Ausstülpung von der hintern Wand des *Duodenum* und schreitet des Weiteren wie bei den Speicheldrüsen fort, nur dass die Drüsenanlage von Anfang an eine dichtere Masse bildet und daher in ihren einzelnen Theilen nicht so gut zu überschauen ist.

Nachdem schon *Bernard* darauf aufmerksam gemacht hatte, dass bei gewissen Thieren selbständige Drüschen vom Baue des *Pancreas* in der Nähe des Ausführungsganges in der Darmwand vorkommen, hat *Klob* solche **Nebenpancreas** auch beim Menschen aufgefunden und *Zenker*, *E. Wagner* (Arch. f. phys. Heilk. 1862. S. 283) und *Gegenbaur* (*Müll.* Arch. 1863. S. 163) diess bestätigt. Ein *Pancreas accessorium* sitzt stets in der Darmwand, und zwar meist in der ersten Schlinge des *Jejunum*. Ausserdem sind solche Nebendrüsen gesehen im *Duodenum*, in der Magenwand (*Klob*, *Wagner*, *Gegenbaur*) und über der *Valvula coli* am Ende einer Darmausstülpung. Einmal fanden sich zwei Nebenpancreas. Es werden übrigens erst physiologische Untersuchungen den Beweis zu liefern haben, dass solche Drüsen wirklich zum *Pancreas* gehören, da dieses Organ anatomisch keinerlei bezeichnende Merkmale hat und auf diesem Wege wohl kaum zu ermitteln ist, ob eine traubenförmige Drüse in der Darmwand hierher oder in die grosse Gruppe der kleinen Darmdrüsen gehört.

Die **Untersuchung** des *Pancreas* bietet keine Schwierigkeiten dar, nur stört beim Menschen das Fett in den Epithelzellen der Drüsenbläschen oft und muss man daher auch das *Pancreas* von Säugethieren (Kaninchen, Maus), das meist weniger Fett enthält, zu Hülfe nehmen. Die Drüschen an den Gängen sieht man mit Essigsäure am besten.

Literatur. *A. Verneuil*, *Mém. s. l'anat. du pancréas*, in *Gaz. méd.* 1851. Nr. 25 u. 26; *Bernard*, *Mem. sur le pancréas*. Paris 1856; *H. Hyde Salter*, Art.: *Pancreas*, in *Cyclop. of Anatomy*. Tom. XLIV. p. 88; *Klob*, in Zeitschr. d. Ges. d. Wien. Aerzte. 1859. Nr. 46; *F. A. Zenker*, Nebenpancreas in der Darmwand, in *Virch.* Arch. XXI. 369.

VII. Von der Milz.

§. 161.

Die **Milz** (*Splen s. Lien*), ist eine sogenannte Blutgefässdrüse, die in einer gewissen Beziehung zur Erneuerung des Blutes und wahrscheinlich auch zur Gallenabsonderung steht. Bezüglich auf den Bau besteht dieselbe

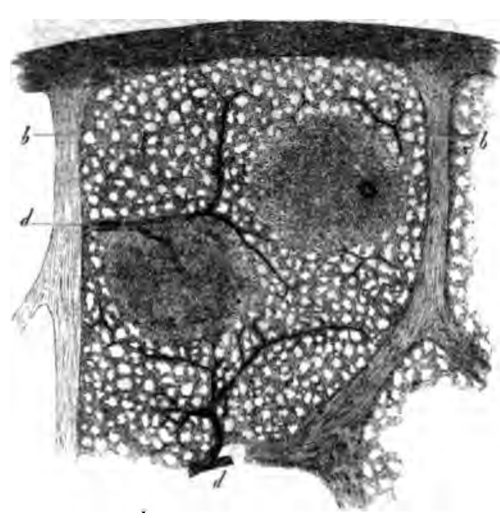


Fig. 317.

Fig. 317. Senkrechter Schnitt durch die äussersten Lagen der menschlichen Milz. *a*. Faserhaut und Bauchfell. *bb*. Milzbalken, *cc*. *Malpighi*'sche Körperchen, eines mit einem Querschnitte der Arterie des Körperchens, das andere mit einer Längsansicht der Arterie, *dd*. Arterienverästelungen, injicirt, *ee*. rothe Milzpulpe mit den Venenräumen und dem Milzgewebe; die erstern (die hellen Lücken) sind alle mit Blut strotzend gefüllt, welches jedoch nicht dargestellt ist, und etwas weiter als gewöhnlich Vergr. 38.

aus einer fibrösen und serösen Hülle und einem weichen Gewebe, das vorzüglich aus netzförmig verflochtenen festen Balken, den Milzbalken, und einer von denselben umschlossenen rothen Substanz, der Milzpulpe, zusammengesetzt ist. In der letzteren sind ausserdem noch viele besondere weissliche Körperchen, die Milzkörperchen, enthalten, und in dem ganzen Innern verbreiten sich viele Gefässe und eine gewisse Zahl von Nerven.

§. 162.

Hüllen und Balkengewebe. Die Peritonealhülle überzieht die ganze Oberfläche der Milz mit Ausnahme des *Hilus*, wo sie, die Milzgefässe und Nerven einschliessend, als *Ligamentum gastro-lienale* zum Magengrunde sich fortsetzt, und des obern Endes, von dem sie als *Lig. phrenico-lienale* sich abhebt, und hängt beim Menschen, nicht aber bei Wiederkäuern, so fest mit der Faserhülle zusammen, dass sie nur in Fetzen von dem Organe sich abziehen lässt.

Die Faserhülle (*Tunica fibrosa, albuginea s. propria*) umhüllt als eine mässig dünne und halbdurchsichtige, aber doch recht feste Haut die Oberfläche der Milz vollständig und geht am *Hilus* auch ins Innere, um die Milzgefässe in Form besonderer Scheiden, *Vaginae vasorum*, ähnlich der *Glisson*'schen Kapsel, bis zu den feineren Verästelungen zu begleiten. Beim Menschen besteht dieselbe aus gewöhnlichem Bindegewebe mit zahlreichen Bindegewebskörperchen und vielen Netzen elastischer Fasern, während meinen Untersuchungen zufolge bei gewissen Thieren, wie beim Hunde, dem Schweine, Esel, der Katze, nach *Stinstra* auch beim Schafe (nicht beim Kaninchen, Pferde, Ochsen, Igel, Meerschweinchen und der Fledermaus) auch glatte Muskeln in ziemlicher Zahl in derselben sich finden.

Die Milzbalken, *Trabeculae lienis*, sind weisse, glänzende, abgeplattete oder cylindrische Fasern von einem mittleren Durchmesser von 0,2—1,5 mm, die in grosser Zahl von der innern Fläche der Faserhülle und in geringerer auch von der Aussenfläche der Gefässscheiden entspringen und mit ähnlichen Balken im Innern der Milz so sich vereinen, dass ein durch das ganze Organ sich erstreckendes Netzwerk entsteht. Die Maschenräume, die dasselbe umschliesst, hängen alle miteinander zusammen, enthalten die rothe Milzsubstanz und die Milzkörperchen und sind, obschon keiner dem andern gleich, doch in Form und Grösse bis zu einem gewissen Puncte einander ähnlich. Am besten untersucht man das Verhalten und die Verbindung der Balken an ausgewaschenen Schnitten, und ergibt sich an solchen, dass dieselben, obschon von sehr verschiedenen Durchmessern, doch nicht nach Art von Gefässen sich verästeln, vielmehr ganz unregelmässig sich verbinden. Wo vier, fünf oder mehr dieser verschieden dicken Balken sich verbinden, findet sich gewöhnlich ein abgeplattetes eckiges Knötchen, ähnlich einem Nervenganglion, und zwar finden sich diese häufiger gegen die äussere Oberfläche des Organes zu, als in den innern Theilen und am *Hilus*, wo schon die grossen Gefässe dem Gewebe eine hinlängliche Stütze gewähren und eine festere Vereinigung der Balken minder nöthig ist. — Der Bau der Balken der menschlichen Milz entspricht vollkommen demjenigen der Faserhülle und bestehen dieselben aus der

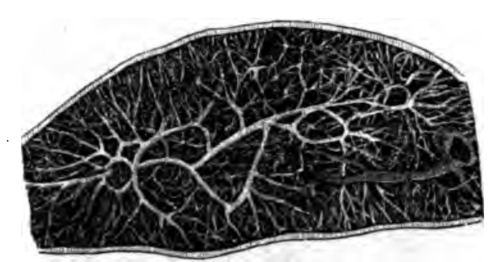


Fig. 318.

Fig. 318. Querschnitt durch die Mitte der Ochsenmilz, ausgewaschen, um die Milzbalken und ihre Anordnung zu zeigen. Natürliche Grösse.

Länge nach verlaufendem Bindegewebe mit Bindegewebskörperchen und feineren elastischen Fasern. Bei Thieren finden sich dagegen bald in allen Balken (Schwein, Hund, Esel, Schaf, Kaninchen, Pferd, Igel, Meerschweinchen, Pekari, Fledermaus, Katze), bald (Ochs) nur in den kleineren derselben auch glatte, längsverlaufende Muskeln, über deren Verbreitung das Nähere in meiner Mikr. Anat. II. 2. S. 256 nachzusehen ist.

Die Angaben der Beobachter über das Vorkommen der von mir zuerst (1846) aufgefundenen glatten Muskeln in der Milz verschiedener Geschöpfe lauten etwas verschieden. Da ich seit meinen ersten Untersuchungen, die im Paragraphen selbst mitgetheilt sind, diese Angelegenheit nicht wieder geprüft habe, so theile ich noch mit, dass der letzte sorgfältige Untersucher der Milz, *W. Müller*, angibt, dass die Hülle in den oberflächlichen Schichten aus Bindegewebe und elastischen Fasern bestehe, in den untern Lagen dagegen bald vorwiegend aus glatten Muskeln (Delphin, Igel, Hund, Katze, Schwein), bald zu gleichen Theilen aus Muskeln und Bindegewebe (Maulwurf, Ratte, Kaninchen), bald vorwiegend aus Bindegewebe mit nur spärlichen Muskelzügen (Wiederkäuer, Affe, Mensch). Beim Menschen gibt auch *Meissner* Muskeln an, welche jedoch *Gerlach*, *Gray*, *Stinstra* und *Henle* ebenso wenig wie ich finden konnten, wogegen *Frey* sie wenigstens für die Balken bestätigt. — Die Zahl und Dicke der Balken sind nach *W. Müller* im Allgemeinen dem Volum der Milz entsprechend.

§. 163.

Die rothe Milzsubstanz, *Pulpa lienis*, ist eine weiche, röthliche Masse, welche alle Zwischenräume zwischen den grösseren Balken und den stärkeren Gefässen ausfüllt und an einem Schnitte der Milz ihrer Weichheit wegen leicht entfernt werden kann. Dieselbe besteht wesentlich aus zwei Elementen, nämlich aus den zartesten Blutgefässen und aus dem eigentlichen Milzgewebe, zu dem bei gewissen Geschöpfen (Wiederkäuer, Schwein) auch noch feine mikroskopische, häufig so zu sagen nur aus Muskelzellen bestehende Bälkchen dazu kommen. Da die Blutgefässe weiter unten besonders zur Besprechung kommen, so soll hier nur von dem lezteren Bestandtheile die Rede sein.

Das eigentliche Milzgewebe (*Billroth*) oder das Drüsengewebe der Milz ist erst in der neuern Zeit durch *Billroth* richtig erkannt worden, und besteht aus einer Abart der früher schon geschilderten cytogenen Bindesubstanz (adenoide Substanz, *His*). Frisch untersucht ist dasselbe ungemein weich und zart, und scheint aus nichts als aus etwas Flüssigkeit und kleinen Kernen und zelligen Elementen zu bestehen, nimmt man aber Schnitte von Milzen zu Hülfe, welche in Chromsäure oder Alkohol erhärtet wurden, und pinselt man die-

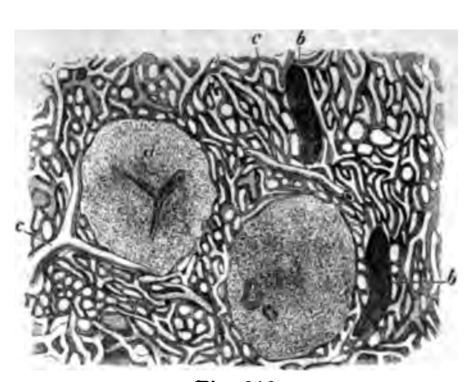


Fig. 319.

Fig. 319. Ein Schnittchen von einer in Chromsäure und Alkohol erhärteten Milz, 38mal vergr. Nach einem Präparate von *Billroth*. *aa*. *Malpighi*'sche Körperchen, eines mit einer gabelförmig getheilten Arterie im Innern, das andere mit zwei querdurchschnittenen solchen Gefässen, *bb*. Milzbalken, *c*. Arterie. Das Uebrige sind capillare Venen, *Billroth* (die hellen Räume) und Balken von Milzgewebe dazwischen (die dunklen Stränge).

selben sorgfältig aus, so überzeugt man sich, dass *Billroth* vollkommen Recht hat, wenn er behauptet, dass das Milzgewebe überall ein feines, dichtes Fasernetz als Grundlage und Träger seiner anderweitigen Elemente besitze.

Was nun das Nähere über das *Reticulum* des Milzgewebes anlangt, so ist dasselbe äusserst dicht und mit so zarten Fasern, dass in keinem andern drüsigen Organe etwas ganz Gleiches gefunden wird (Fig. 320). Auch sind die Fasern meist kernlos, doch kommen auch unzweifelhafte Kerne vor, namentlich bei jungen Geschöpfen, aber auch bei ältern, und ist nicht zu bezweifeln, dass das Netz auch hier ursprünglich nichts anderes als ein Netz von Bindegewebskörperchen ist, in dem dann später die Kerne grösstentheils schwinden, wie diess auch in andern verwandten Organen sich findet. In den Maschen des Netzes liegen die Zellen des Milzgewebes oder die Parenchymzellen der Milz und zwar so, dass häufig nur Eine Zelle, andere Male auch zwei oder drei eine Masche erfüllen. So entstehen, *Reticulum* und Zellen zusammengenommen, zusammenhängende Massen von Milzgewebe, die die Lücken zwischen den etwas grösseren Gefässen der rothen Milzsubstanz einnehmen und ihrerseits wiederum von den feinsten Gefässen durchzogen werden. Da die Anordnung der feinern Gefässe der rothen Milzsubstanz in den Milzen verschiedener Geschöpfe sehr verschieden ist, so müssen auch die kleinsten Abtheilungen des Milzgewebes eine verschiedene Anordnung darbieten, in welcher Beziehung jedoch hier nur das bemerkt werden kann, dass in der menschlichen Milz, in welcher die kleinsten Venen einen äusserst dichten Plexus bilden, auch das Milzgewebe in Gestalt von netzförmig verbundenen Strängen auftritt (Pulparöhren oder Pulpastränge, *Frey*), welche alle Lücken des Venengeflechtes genau erfüllen und ihrerseits wieder die letzten Ausläufer der Arterien enthalten.

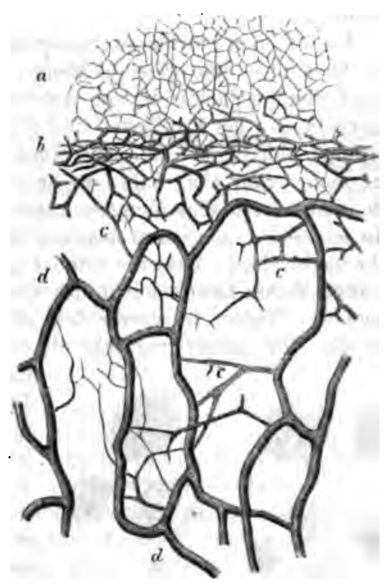


Fig. 320.

Die Zellen des Milzgewebes oder Parenchymzellen der Milz, runde, einkernige Zellen von 6—11 μ, sind in ihrer Mehrzahl denen in den *M.* Körperchen so ähnlich (siehe unten), dass eine nähere Beschreibung derselben füglich unterlassen werden kann, auch finden sich mit ihnen untermengt ebenfalls und zwar meist in grösserer Menge als in den *M.* Körperchen freie Kerne, die jedoch bei genauer Untersuchung ebenso wie dort als nicht natürliche Vorkommnisse sich ergeben, so dass mithin auch das Milzgewebe, abgesehen von dem *Reticulum*, einzig und allein rundliche Zellen als wesentliche Elemente enthält. Ausserdem zeigen sich dann noch einige andere Elemente, und zwar 1) blasse runde, gleichartig aussehende Körper, etwas grösser als Blutkörperchen, die sich als Kerne von gleichartigem Aussehen, dicht von einer zarten Hülle umschlossen, ergeben; 2) grössere Zellen bis zu 22 μ und zwar einmal ganz blasse, mit 1—2 Kernen, und dann auch, was ich farblose

Fig. 320. *Reticulum* der Schafsmilz nach einem Präparate von *Frey*, 300mal vergr. *a. Reticulum* der Milzpulpe, *b.* Hülle eines *Malpighi*'schen Körperchens, aus einem dichteren Theile des *Reticulum* bestehend, *cc. Reticulum* im Innern des *Malpighi*'schen Körperchens, von welch' letzterem nur ein kleiner Theil dargestellt ist, *dd.* Capillaren des Körperchen, injicirt. Die Zeichnung von Hrn. Dr. *Eberth.*

Körnchenzellen genannt habe, d. h. Zellen mit mehr oder weniger ungefärbten, dunklen, fettartigen Körnchen, welche beide Elemente zwar auch in den *M.* Körperchen, aber nie in so grosser Zahl sich finden. Die Menge der verschiedenartigen Parenchymzellen und der scheinbar freien Kerne in der Pulpa ist so bedeutend, dass dieselben sammt dem sie zusammenhaltenden *Reticulum* und einer geringen Menge zwischen ihnen befindlicher gelbröthlicher Flüssigkeit wohl die Hälfte der rothen Milzsubstanz ausmachen.

Ausser den farblosen Parenchymzellen enthält das Milzgewebe auch noch ohne Ausnahme eine gewisse Menge rother Blutzellen, die je nachdem ein verschiedenes Verhalten darbieten, von welchem Umstande, zusammengenommen mit den Füllungszuständen der Capillaren und feinsten Venen, die so verschiedenen Färbungen der Milzpulpe abhängen. Bei den einen Thieren nämlich besitzt dieselbe bald eine blassere, mehr graurothe, bald eine braune oder selbst schwarzrothe Farbe. Im letztern Falle finden sich eine Menge veränderter Blutkörperchen, von denen bald weiter die Rede sein soll, im erstern dagegen lässt sich durch die mikroskopische Untersuchung leicht nachweisen, dass die rothe Farbe von unveränderten Blutkörperchen herrührt, die auch durch Druck leicht aus dem Gewebe der Milz herauszutreiben sind und bei Zusatz von Wasser in kurzer Zeit allen Farbstoff abgeben. Bei anderen Thieren hat zwar die Milz immer ungefähr dieselbe, meist dunklere Farbe, allein es zeigen sich nichtsdestoweniger auch bald nur unveränderte Blutkügelchen, bald viele derselben in den mannichfachsten Umwandlungen begriffen. Diese nun beruhen bei allen Thieren wesentlich darauf, dass 1) die Blutkügelchen, indem sie zugleich kleiner, dunkler und die elliptischen der niedern Wirbelthiere auch rundlich werden, in rundliche Haufen sich zusammenballen, und 2) dass diese Häufchen, indem ihre Blutkörperchen immer mehr sich verkleinern und unter Annahme einer goldgelben, braunrothen oder schwarzen Farbe, ganz oder nach vorherigem Zerfallen in Pigmentkörner übergehen, in Pigmenthaufen sich umwandeln. — In manchen Fällen bilden die Blutkörperchen keine Häufchen, machen aber doch den eben geschilderten Farbenwechsel und das Zerfallen wie die andern durch, in andern liegen sie im Innern von kernhaltigen Gebilden von 11 — 13 μ Grösse, die täuschend wie Zellen aussehen, den von mir sogenannten blutkörperchenhaltigen Zellen (Fig. 321). Auch in diesem Falle zerfallen die Blutzellen und verwandeln sich nach und nach in verschieden gefärbte Farbkörnchen und schliesslich selbst in farblose Körperchen um, und trifft man neben den zellenartigen Gebilden mit unveränderten Blutzellen immer andere, die wie gefärbte und farblose Körnchenzellen sich ausnehmen.

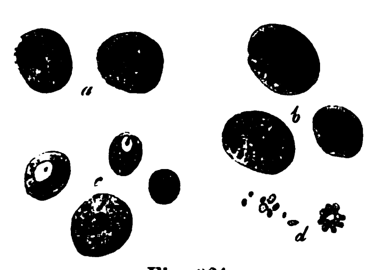


Fig. 321.

Das Milzgewebe bildet in der Milz durchaus kein abgeschlossenes Ganzes, wie man bisher anzunehmen geneigt war, vielmehr steht dasselbe, wie vor Allem *Billroth*'s sorgfältige Untersuchungen gelehrt haben, in einem mehr weniger innigen Zusammenhange mit gewissen andern Theilen. Namentlich gilt diess von dem *Reticulum*, welches einerseits mit dem *Reticulum* und der Hülle der *Malpighi*'schen Körperchen, anderseits mit einem gröberen Netzwerke um die Arterien und Venen sich verbindet, wie diess weiter unten noch besprochen werden soll. Aber auch die Zellen der Milz sind keineswegs Elemente *sui generis*, und lehren namentlich vergleichend-anatomische

Fig. 321. Blutkörperchen haltende Zellen und ihre Umwandlungen aus der Milz des Kaninchens, 350mal vergr. *a.* Zwei kernhaltige Zellen mit Blutkügelchen, *b.* solche Zellen in braune Pigmentzellen umgewandelt, *c.* wieder entfärbte Zellen, *d.* Pigmentkörner aus frei sich veränderten Blutkügelchen entstanden.

Untersuchungen, dass dieselben einerseits mit denen der *Malpighi*'schen Körperchen zusammengehören und anderseits, dass solche Elemente auch in den Scheiden der Arterien vorkommen können.

Nach meinen neuern Erfahrungen enthält die Milzpulpa von neugebornen und jungen saugenden Thieren noch andere als die hier erwähnten Elemente, die vielleicht auch bei ältern Geschöpfen sich werden auffinden lassen, und zwar:

1) kleine kernhaltige, gelbliche Zellen von einer solchen Färbung, dass sie oft von Blutzellen kaum mehr unterschieden werden können und unbedingt für sich entwickelnde Blutzellen zu halten sind;

2) feinkörnige Zellen von 22—45 μ Grösse, mit vielen (4—10 und mehr), in einem mittleren Haufen beisammen liegenden Kernen. Für diese eigenthümlichen Elemente, die sehr an die vielkernigen Zellen aus dem Knochenmarke erinnern und schon vor Jahren von mir im Blute der Leber von Embryonen aufgefunden wurden (*S. Fahrner*, *De glob. sang. orig. fig.* 10 *c*), habe ich nun die Milzpulpa als Bildungsstätte aufgedeckt und dieselben zugleich auch im Milzvenenblute nachgewiesen. (Ueber die sprossenden Kerne dieser Zellen s. oben S. 25. §. 11. Fig. 8);

3) eine gewisse, oft nicht unbedeutende Zahl achterförmiger, d. h. in Theilung begriffener, farbloser Zellen mit zwei Kernen, die ebenfalls im Milzvenen- und Leberblute sich finden (cf. *Fahrner*, Fig. 8).

Von diesen Elementen sind auf jeden Fall die gelben, kernhaltigen Zellen, die als sich entwickelnde Blutzellen anzusehen sind, die wichtigsten und habe ich, nachdem ich dieselben aufgefunden hatte, den Satz ausgesprochen, dass hiermit meiner Meinung nach zum ersten Male die Bildung rother Blutzellen in der Milz nicht bloss vermuthet, sondern durch Beobachtung dargethan sei, ein Satz, der besonders bei *Funke* Anstoss erregt hat, da er schon im Jahre 1854 (Physiol. 1. Aufl. S. 134) behauptet hatte, dass jedes Stückchen der Milzpulpe unter dem Mikroskope zahlreiche Uebergangsstufen zwischen kernhaltigen farblosen und kernlosen farbigen Zellen zeige, ich kann jedoch nicht umhin, denselben auch jetzt noch festzuhalten, da ich dasjenige, was *Funke* über die Bildung von rothen Blutzellen in der Milz des Ochsen sagt (Physiol. 3. Aufl. S. 157), nicht zu bekräftigen im Stande bin. Wenn die Beobachtung der Bildung rother Blutzellen hier so leicht ist, wie *Funke* sagt, so wird es auch Andern gelingen, sie zu sehen, was bis jetzt noch nicht der Fall war.

Die Veränderungen des Blutes in der Milz, über welche Ausführlicheres in meiner Mikr. Anat. II. 2. S. 268—271 sich findet und die gleichzeitig mit mir auch *Ecker* beobachtet und wie ich gedeutet hat, haben später eine mehrfache Berücksichtigung erfahren. Einige, wie *Gerlach*, *Schaffner*, *Funke* in früherer Zeit und Andere haben die zellenartigen Körper mit Blutzellen auf eine Neubildung der letztern bezogen, eine Ansicht, die entschieden unrichtig und jetzt auch fast allgemein verlassen ist. Andere haben überhaupt das Vorkommen von kernhaltigen Zellen, die Blutkörperchen einschliessen, geläugnet, wie *Remak* u. m. A., und selbst bestritten, dass in der Milz rothe Blutzellen vergehen, d. h. in Pigmentkörper sich umwandeln, jedoch sicherlich ohne Grund, und was die blutkörperchenhaltigen Zellen betrifft, so hat sich nun durch die Beobachtungen von *Preyer* gezeigt, dass dieselben höchst wahrscheinlich dadurch entstehen, dass die farblosen Zellen der Pulpa oder des Blutes bei ihren amöboiden Bewegungen rothe Blutzellen umschliessen und in ihr Inneres aufnehmen, in welcher Beziehung auf §. 17 verwiesen wird. An den Zellen der Milzpulpe sind die amöboiden Bewegungen von *Cohnheim* (*Virch.* Arch. Bd. XXXIII. S. 311) und *Frey* (Histol. 2. Aufl. S. 485) wirklich gesehen.

Die Umwandlungen der Blutzellen im Milzgewebe, ihr Uebergang in Farbkörner und ihr gänzlicher Untergang gehören in jene Reihe pathologischer Bildungen, welche ihres häufigen Vorkommens halber den Eindruck regelrechter Vorgänge machen, ohne doch zu solchen zu gehören. Treten dieselben im Uebermaasse auf, wie bei der *Intermittens*, so dass das Milzgewebe ausgezeichnet gefärbt erscheint, so zweifelt Niemand an dem Krankhaften der Erscheinung. — Ausserdem kann übrigens auch noch die Frage aufgeworfen werden, wie viel von dem Vorkommen von rothen Blutzellen im Milzgewebe in den Bereich des gesunden Lebens gehört, ja es ist noch nicht einmal erwiesen, ob überhaupt regelrecht irgend eine rothe Blutzelle dem Milzgewebe zukommt. Weiteres über diese Angelegenheit siehe unten bei den Gefässen, dann in der 3. Aufl. ds. Werkes, S. 462, u. in meiner Mikr. Anat.

§. 164.

Malpighi'sche Körperchen. Die Milzkörperchen, *Malpighi*'schen Körperchen oder Milzbläschen (*Corpuscula Malpighii*, *Vesiculae sive Glandulae lienis*) sind weisse, rundliche Körperchen, die in die rothe Milzsubstanz eingebettet und mit den kleinsten Arterien verbunden sind, jedoch nur in ganz frischen und gesunden Individuen regelrecht schön zur Anschauung kommen, nicht oder selten in solchen, welche an Krankheiten oder nach langem Hungern starben. Daher erklärt sich, dass *v. Hessling* in 960 von ihm untersuchten Fällen die Körperchen nur 115mal fand, und zwar im ersten und zweiten Jahre je bei dem zweiten Individuum, vom zweiten bis zehnten Jahre je beim dritten, vom zehnten bis vierzehnten Jahre je beim sechszehnten, vom vierzehnten Jahre an endlich je beim zweiunddreissigsten. In Körpern von solchen, die eines plötzlichen Todes verstarben, wie bei Verunglückten, Selbstmördern, Hingerichteten, von welchen letztern ich selbst vier Fälle untersuchte, möchten sie wohl nie fehlen, und ebenso auch bei der Mehrzahl von Kindern, und sind dieselben in solchen Fällen ebenso zahlreich und deutlich, wie bei Säugethieren. — Die Grösse der Milzkörperchen ist bei Menschen und bei Thieren gewissen Schwankungen unterworfen und wurde bisher meist überschätzt, weil man dieselben nicht gehörig für sich darstellte; sie beträgt 0,2—0,7 mm, im Mittel 0,35 mm. Es ist leicht möglich, dass dieselbe von den verschiedenen Zuständen der chylopoetischen Organe abhängt, so dass die Körperchen nach Aufnahme von Nahrung grösser sind als sonst, doch trifft man sie, wie ich mit *Ecker* angeben kann, häufig auch bei fastenden Thieren ganz prächtig entwickelt, und mangeln beim Menschen in dieser Beziehung alle und jede Thatsachen.

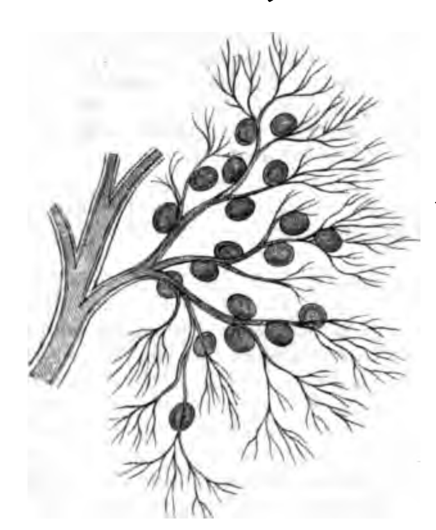


Fig. 322.

Die *Malpighi*'schen Körperchen sind zwar in die rothe Milzsubstanz eingebettet und kaum ganz von ihr zu befreien, jedoch immer an einen Arterienzweig geheftet, in der Weise, dass sie entweder seitlich unmittelbar an einem Gefässchen ansitzen oder in dem Theilungswinkel eines solchen sich befinden, oder endlich wie gestielt erscheinen, in welch' letzterm Falle die Arterie durch das Innere der Körperchen verläuft. Letzteres ist beim Menschen die Regel (*Billroth* u. A.), in sofern als die Arterien meist durch einen Theil der Körperchen, wenn auch nicht immer durch die Mitte, gehen, während bei Thieren seitenständige Formen sehr häufig sich finden. — Die Zahl der Körperchen ist sehr bedeutend und tragen Arterienzweige von 45—90 μ fünf bis zehn Körperchen, so dass sie mit denselben, von der Pulpa befreit, das Bild eines zierlichen Träubchens geben (Fig. 322). Mir scheint, dass die Annahme, dass je 1—1½ Kubiklinie der Milzpulpe ein Körperchen enthalte, eher zu wenig als zu viel sagt.

Mit Bezug auf den feineren Bau, so besteht jedes *Malpighi*'sche Körperchen aus einer Hülle und einem Inhalte, und was die histiologischen Elemente anlangt, aus einem dem der Pulpa ganz ähnlichen *Reticulum* und in die Maschen

Fig. 322. Ein Theil einer kleinen Arterie mit einem von *Malpighi*'schen Körperchen besetzten Aste. Vom Hunde. 10mal vergr.

desselben eingestreuten Zellen. Das *Reticulum* zeigt im Innern der Körperchen so ziemlich dieselbe Beschaffenheit, wie in den Follikeln der *Peyer*'schen Haufen, und unterscheidet sich durch etwas stärkere Balken und gröbere Maschen von demjenigen der rothen Pulpa. Gegen die Oberfläche der Körperchen werden die Maschen des *Reticulum* nach und nach enger, und endlich verdichtet sich dasselbe zu einer je nach den verschiedenen Geschöpfen bald deutlichern, bald minder gut begrenzten Umhüllungshaut, die ganz entschieden aus nichts anderm als aus einem dichten Geflechte derselben Fasern besteht, welche auch im Innern sich finden. Dass das ganze Netzgewebe auch hier die Bedeutung eines Flechtwerkes sternförmiger Bindegewebskörperchen hat, unterliegt keinem Zweifel, und findet man selbst beim Erwachsenen noch hie und da einzelne Kerne in den Knotenstellen desselben enthalten.

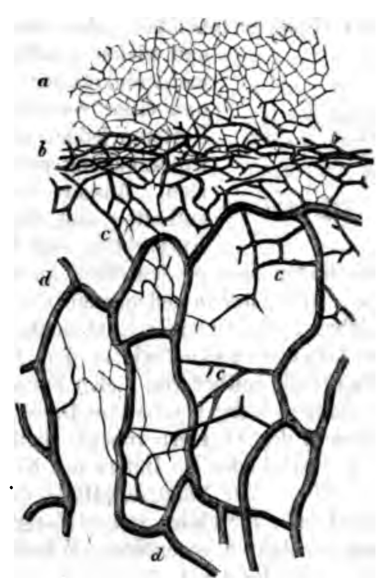


Fig. 323.

Schon im vorigen Paragraphen wurde gemeldet, dass das Netzwerk der Hülle der *Malpighi*'schen Körperchen mit demjenigen der umliegenden Pulpa unmittelbar zusammenhängt, und ist daher hier nur noch das Verhältniss der Körperchen zu den Arterien genauer zu schildern. Die Arterien, die die Körperchen tragen, besitzen aussen an der *Muscularis* eine deutliche Scheide (Gefässscheide einiger, *Adventitia* und Gefässscheide anderer Forscher). Zu innerst besteht dieselbe aus gewöhnlichem Bindegewebe, einer gewissen Zahl feiner elastischer Fäserchen und gestreckten, mehr spindelförmigen Bindegewebskörperchen. Nach aussen verlieren sich allmählich die erstern beiden Gewebe und bleiben endlich nur noch lange Bindegewebskörperchen übrig, die deutlich ein Netz mit engen, langen Maschen bilden und dann ganz allmählich in das *Reticulum* des Körperchens sich auflösen und Zellen in ihren Maschenräumen enthalten. Mögen nun die Arterien mitten durch die Körperchen laufen oder diese mehr seitlich ansitzen, immer bleibt sich das Verhältniss gleich, und erscheinen die Körperchen als eine Auflockerung der äussersten Lagen der Arterienscheide mit einer reichlichen Zelleneinsprengung, nur dass dieselbe in dem einen Falle ringförmig um die Arterie herumgeht, im andern mehr nur eine seitliche Anschwellung bildet. Man kann demnach auch die Körperchen in eine nähere Beziehung zu den Arterien bringen und dieselben als Verdickungen eigener Art der Arterienwand betrachten, wofür auch vergleichend-anatomische Thatsachen sprechen (*Leydig*, *Remak*, *Billroth*, *Key*, *Schweigger-Seidel*, *Frey*, *W. Müller*), nur vergesse man nicht, dass die grösseren Arterien der Milz eine solche Lage nicht besitzen und dass in diesem Falle schliesslich das ganze Milzgewebe als ein ganz besonderes Umhüllungsgewebe der Gefässe überhaupt aufgefasst werden müsste, was doch die Eigenthümlichkeiten dieser Bildungen allzusehr in den Hintergrund drängen würde.

Fig. 323. *Reticulum* der Schafsmilz nach einem Präparate von *Frey*, 300mal vergr. *a*. *Reticulum* der Milzpulpe, *b*. Hülle eines *Malpighi*'schen Körperchens, aus einem dichteren Theile des *Reticulum* bestehend, *cc*. *Reticulum* im Innern des *Malpighi*'schen Körperchens, von welch' letzterem nur ein kleiner Theil dargestellt ist, *dd*. Capillaren der Körperchen, injicirt. Die Zeichnung von Hrn. Dr. *Eberth*.

In ihrem Innern enthalten die *M.* Körperchen kein Epithelium, sondern sind in den Maschen des sie durchziehenden *Reticulum* von einer zähflüssigen, grauweissen, zusammenhängenden Masse ganz erfüllt, die aus einer geringen Menge einer klaren, in der Hitze gerinnenden, also eiweisshaltigen Flüssigkeit, von neutraler Reaction und vielen rundlichen, kleineren und grösseren (von 4—13 μ), meist einkernigen, blassen, durch Wasser körnig werdenden Zellen und einer verschiedenen Zahl von freien Kernen besteht, welche letzteren jedoch nach meinen neueren Erfahrungen bei sorgfältiger Untersuchung vermisst werden und alle aus zerstörten Zellen stammen. Ausser diesen Zellen, die häufig einzelne Fettkörperchen enthalten und die deutlichsten Beweise abgeben, dass in den *M.* Körperchen eine beständige Zellenbildung durch Theilung vor sich geht, finden sich in denselben auch in besonderen Fällen veränderte oder unveränderte, freie oder in zellenartige Körper eingeschlossene Blutkörperchen und, wie ich im Jahre 1852 an einer Katzenmilz und dann auch beim Menschen entdeckte, auch feine Blutgefässe, wie in den *Peyer*'schen Follikeln (siehe oben), eine Beobachtung, die seither von vielen Forschern bestätigt wurde und als eine allgemeine Erscheinung sich ergeben hat. — Diese Blutgefässe entspringen theils aus dem Stämmchen im Innern des *M.* Körperchens, theils aus ausserhalb desselben gelegenen kleinen Arterien, und bilden im Innern des Körperchens ein zierliches und reichliches Capillarnetz, das in der Nähe der Hülle desselben oft deutliche Schlingen zeigt. Von einer Centralvene, die einige neuere Forscher erwähnen, habe ich nichts gesehen, dagegen schon vor Jahren beobachtet (Würzb. Verh. IV. 1854. S. 58), dass die Capillaren der Körperchen mehrfachen kleinen Venen den Ursprung geben, die aus denselben austreten und in der Pulpa sich verlieren.

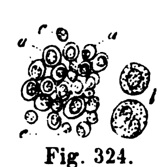


Fig. 324.

Die *M.* Körperchen schliessen sich anatomisch ganz an die schon beschriebenen Follikel der *Peyer*'schen und solitären Drüsen, und stimmen auch mit denen der Tonsillen und Lymphdrüsen überein, wesshalb sie vorläufig als drüsenartige Follikel bezeichnet werden können. Die Vermuthung vieler älterer und neuerer Forscher, dass dieselben mit Lymphgefässen zusammenhängen, obschon wahrscheinlich, ist immer noch nicht bewiesen, doch glaubt in neuerer Zeit *Tomsa* Lymphgefässe von den Scheiden der Arterien aus bis in ihr Inneres verfolgt zu haben, wie diess unten des Weiteren auseinandergesetzt sich findet.

Im Jahre 1852 haben *Leydig* und *Remak* gleichzeitig und unabhängig von einander eine richtigere Auffassung der *Malpighi*'schen Körperchen angebahnt, indem sie, ersterer für gewisse Fische und letzterer für die Säuger, nachwiesen, dass in der äussern Wand der kleinern Milzarterien reichliche Einlagerungen von Zellen und überhaupt ein Bau sich finden kann, wie er die Milzbläschen kennzeichnet. Der hieraus gezogene Schluss, dass die Milzbläschen keine ganz besonderen für sich dastehenden Gebilde, sondern nur stärkere Entwickelungen der Zellen enthaltenden Arterienscheiden seien, wurde durch die spätern Untersuchungen von *Billroth*, *Key*, *Schweigger-Seidel*, *Henle*, *Frey* immer mehr gestützt und endlich durch die zahlreichen vergleichenden Beobachtungen *W. Müller*'s so erhärtet, dass in dieser Beziehung keine Zweifel mehr möglich sind.

Einzelnheiten anlangend, so finden sich rundliche, mehr weniger scharf begrenzte Milzbläschen nur bei den Säugern, Vögeln, beschuppten Amphibien und bei *Hexanchus* (*Leydig*), dagegen fehlen Einsprengungen von Zellen in die Scheiden der kleinern Arterien, wie es scheint, bei keinem Wirbelthiere und erreichen bei manchen, mögen nun Milzbläschen da sein oder nicht, eine bedeutende Entwicklung. So sind dieselben ganz ausgezeichnet beim Stör (*Leydig*), wo sie starke einseitige Auftreibungen der Arterienwand bewirken.

Fig. 324. Inhalt eines *Malpighi*'schen Körperchens vom Ochsen, 350mal vergr. *a.* kleine, *b.* grössere Zellen, *c.* freie Kerne.

Aber auch an den Capillaren der Pulpa fehlen solche Ablagerungen in den z. Th. auch an diesen Gefässen vorhandenen Scheiden nicht, wie *Schweigger-Seidel* zuerst beim Schweine, Hunde, der Katze und dem Menschen beobachtete. *W. Müller* traf diese, von *Schw.-S.* »Capillarhülsen« benannten, Bildungen, die er »Capillarscheiden« oder »Endkapseln« heisst, auch bei Fischen, Amphibien und Vögeln und unter den Säugern auch beim Igel.

Beim Menschen beginnen nach *W. Müller* Zelleneinlagerungen in die Arterienscheiden an Arterienzweigen von 200 — 150 μ und erhalten sich bis zu Gefässen von 20 μ Durchmesser. An solchen Arterien bilden nun die Zelleneinlagerungen stellenweise die oben beschriebenen *Malp.* Körperchen, an andern Orten mehr längliche Verdickungen, und hier misst dann die Scheide von 150 — 200 μ. Arterien unter 20 μ und Capillaren haben beim Menschen in der Regel den gewöhnlichen Bau, doch gibt es auch Capillaren mit einer dicken *Adventitia* von 7 — 10 μ, deren Bau an den der »Capillarscheiden« anderer Säuger erinnert. Diese sind beim Schweine schon von blossem Auge als kleine weissliche Pünctchen zu erkennen, haben eine ellipsoidische Form und bei einer Länge von 200 — 240 μ eine Breite von 100 — 160 μ, während das eingeschlossene Capillargefäss 10 — 6 μ beträgt. Die Substanz der Capillarscheiden schildert *W. Müller* als sehr weich und zähe, schwach lichtbrechend, feinkörnig, hie und da von blassen, feingranulirten Fasern durchsetzt und zarte, rundliche Kerne enthaltend.

§. 165.

Gefässe und Nerven. Bei ihrem Eintritte in die Milz werden die relativ sehr grosse Milzarterie und die noch grössere Milzvene gleich von den als Gefässscheiden bezeichneten Fortsetzungen der fibrösen Haut umgeben, die beim Menschen vollständige Hüllen um die Gefässe und Nerven, etwa nach der Art der *Capsula Glissonii,* bilden, so dass namentlich die Arterien und Nerven leicht für sich dargestellt werden können, weniger die Venen, die an der der Arterie abgewandten Seite fester mit der Scheide sich verbinden. Anfänglich ist die Dicke der Scheiden ebenso bedeutend wie die der *Fibrosa,* und behalten sie auch diese Dicke bei, so lange sie die Hauptäste der Gefässe umgeben. Die feineren Verästelungen der letztern und die schon von den grossen Stämmen abgehenden kleinen Aeste haben feinere und immer feinere Scheiden, bis zuletzt, wenn die Gefässe ganz zart geworden, dieselben im *Reticulum* der Pulpa sich verlieren. Die Dicke einer Scheide ist immer geringer als die der Vene, doch werden nach den Verästelungen zu die Scheiden verhältnissmässig stärker. Dass viele Balken an die Gefässscheiden sich ansetzen, wurde schon oben bemerkt, und betheiligen sich dieselben hierdurch, sammt den eingeschlossenen Gefässen, auch an der Bildung des derberen Netzwerkes im Innern der Milz. — Bei gewissen Säugethieren, wie beim Pferde, Esel, Ochsen, Schweine, Schafe u. s. w., verhalten sich die Scheiden anders, indem hier an den kleineren Venen gar keine solchen sich finden und an den grösseren so zu sagen nur auf der Seite, wo die Arterien und Nerven liegen. Nur die zwei Hauptäste der Vene haben hier vollständige Scheiden, während die Arterien von den Stämmen an bis zu den feinsten Verästelungen hin solche besitzen. Der Bau der Scheiden ist im Wesentlichen der der Balken, doch finden sich nicht in allen Fällen, wo die letztern Muskeln enthalten, solche auch in der Scheide, so z. B. beim Ochsen, während dieselben beim Schweine auch hier sehr deutlich sind. Ausserdem wiegen in den feineren Scheiden die Bindegewebskörperchen vor den elastischen Fasern vor, welche schliesslich ganz verloren gehen, und hängen die Netze der ersteren allerwärts mit dem *Reticulum* der rothen Pulpa zusammen.

Die Milzarterie spaltet sich nach ihrem Eintreten mit jedem Hauptaste gleich strauchartig in eine grössere Zahl von Aesten, von denen die grösseren nach dem vordern, die kleineren nach dem hintern Rande des Organes hinstreben und keine Verbindungen mit denen anderer Hauptäste bilden. Wenn dieselben bis zu 450—220 μ sich verdünnt haben, so trennen sie sich von den Venen, die bisher in der nämlichen

Scheide mit ihnen verliefen, setzen sich dann mit ihren 22—45—90 μ starken Zweigen in schon beschriebener Weise mit den *Malpighi*'schen Körperchen in Verbindung. Dann dringen sie in die rothe Milzsubstanz hinein und zerfallen unmittelbar in zierliche Büschel kleinster Arterien. die sogenannten *Penicilli* (Fig. 325), welche dann zum Theil in die *Malpighi*'schen Körperchen eingehen (s. oben §. 164), zum Theil ausserhalb derselben in wirkliche Capillaren von 6—11 μ sich auflösen, die überall in der Pulpa, sowohl um die *Malpighi*'schen Körperchen herum als auch sonst in Menge sich finden. Diese Capillaren der Pulpa, sowie auch die kleinsten Arterien, liegen allerwärts in den oben beschriebenen (siehe §. 163) Balken des eigentlichen Milzgewebes und setzen sich, nach den Untersuchungen von *Billroth*, ohne ein wirkliches Capillarnetz zu bilden, unmittelbar in die Anfänge der Venen fort.

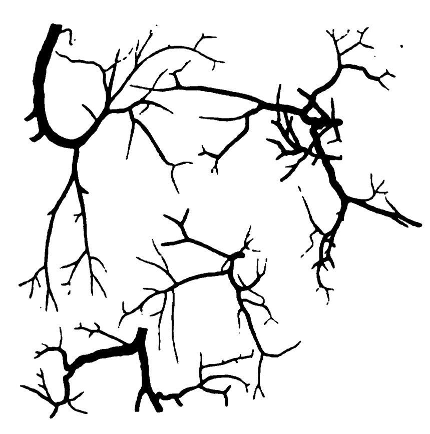


Fig. 325.

Was die Venen anlangt, so zeigen in der menschlichen Milz die grösseren Venen, welche noch Arterien begleiten, durchaus nichts Besonderes, abgesehen von ihrer Weite. Alle haben eine besondere Haut, die, wenigstens auf der Seite der Arterie, leicht nachzuweisen ist und allmählich sammt der Gefässscheide sich verdünnt. Oeffnungen kleiner Venen, sogenannte *Stigmata Malpighii*, finden sich in den grössten dieser Venen nur in geringer Menge, während sie in den kleineren häufig sind. Von dem Puncte aus, wo die Venen von den Arterien sich trennen, verhalten sie sich etwas verschieden. Einmal nämlich gehen nun auf allen Seiten eine grosse Zahl kleinerer Gefässe unter meist rechten Winkeln von den Venenzweigelchen ab, wodurch ihre Wand stellenweise fast wie siebförmig durchbrochen erscheint, und zweitens verschmelzen ihre Hüllen mit den Gefässscheiden ganz, so dass beide schliesslich nur noch eine ganz zarte Wand bilden, die jedoch immer noch an den feinsten, durch das Messer nachweisbaren Gefässen mit Leichtigkeit zu erkennen ist. Erweiterungen irgend einer Art finde ich in keinem Theile dieser Venen, nur ist zu bemerken, dass dieselben langsamer sich verengern als die Arterien. Was ihre letzte Endigung betrifft, so verdanken wir *Billroth* und *Frey* die wichtige Entdeckung, dass in der menschlichen Milz die kleinsten Venen von 20—40 μ (nach *Billroth* von 67—90—110 μ, nach *Frey* von 16—22 μ und 11—27 μ in den Extremen) Durchmesser allerwärts in der rothen Pulpa ein sehr dichtes Netz bilden, welches den Hauptbestand dieses Theiles der Milz ausmacht. Ich kann diesen Fund, der an erhärteten Milzen nicht schwer zu gewinnen ist, mögen sie nun eingespritzt sein oder nicht, vollkommen bestätigen, mit dem Bemerken, dass durch denselben der so lange vergeblich untersuchte Bau der rothen Milzsubstanz zum ersten Male in allen seinen wesentlichen Verhältnissen aufgeklärt worden ist. Es ist schwer, von dem zierlichen Baue der Milzpulpa, wie er nun sich herausgestellt hat, eine ganz richtige Vorstellung zu geben. Immerhin versinnlichen die Figg. 320 und 326 die Hauptsache, und setze ich noch hinzu, dass die beste Vergleichung die mit dem Lebergewebe ist, indem ebenso wie hier die Leberbalken und Capillaren, so in der Milz die Balken von Milzgewebe (*Reticulum* und Parenchymzellen mit den kleinsten Arterien und Capillaren) und die kleinsten Venen sich durchflechten. Weiter ist übrigens diese Ver-

Fig. 325. Arterienenden der menschlichen Milz, etwa 25mal vergr.

gleichung nicht durchzuführen, und ist in histiologischer Beziehung die mit den Lymphsträngen und Lymphsinus der Marksubstanz der Lymphdrüsen viel brauchbarer (*Frey, Billroth*) und auch nicht schlecht die mit den *Corpora cavernosa* der Geschlechtsorgane. Denkt man sich in diesen die Balken, die ja auch Arterien und Capillaren enthalten, mit Zellen durchsetzt und aus cytogener Bindesubstanz bestehend, so ist die Uebereinstimmung fast vollkommen. Es sind nämlich in der Milz die capillaren Venen (*Billroth*), die weniger zweckmässig auch »Venen der cavernösen Sinus oder Milzcanäle« genannt werden, wie *Billroth* richtig angibt, ohne eine besondere Wand, und besitzen als besondere Begrenzung, abgesehen von dem Epithel, das noch besprochen werden soll, nichts als eine etwas dichtere Lage des schon oben beschriebenen *Reticulum* des eigentlichen Milzgewebes. Somit begrenzen die Balken des Milzgewebes unmittelbar die capillaren Venen, und erscheinen diese nur als von Epithel ausgekleidete Lücken in diesem.

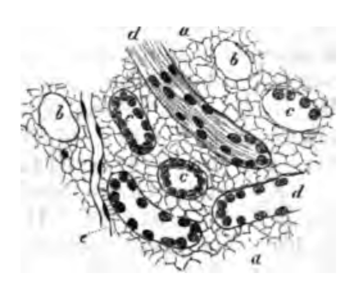


Fig. 326.

Das Epithel der Milzgefässe, namentlich der Venen, löst sich früher oder später nach dem Tode leicht ab und erscheint dann in sehr grosser Menge scheinbar frei in der Pulpa. Die Zellen sind nichts anderes, als die früher fragweise von mir mit Muskelzellen verglichenen spindelförmigen Körper (Fig. 327) mit oft seitlich ansitzendem Kerne, die manchmal zusammengerollt und auch in sicherlich erst nach dem Tode entstandenen zellenartigen Blasen drin gefunden werden. *Billroth* hat diese Zellen auch in den kleinsten capillaren Venen der Pulpa nachgewiesen, und sitzen sie hier, wie leicht zu bestätigen ist, in einfacher hautartiger Schicht immer so, dass ihre Kerne in die Lichtung der Gefässe hervorragen (Fig. 326).

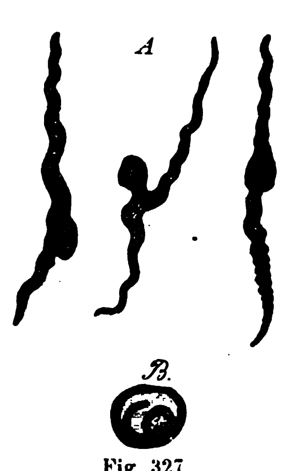


Fig. 327.

Der dunkelste Theil in der Lehre von der Milz ist immer noch der über den Zusammenhang der Capillaren der Pulpa mit den feinsten cavernösen Venengeflechten. Am meisten Vertrauen scheint mir die Aufstellung zu verdienen, die ich schon lange vertheidige und für die auch die Untersuchungen von *Gray* und vor Allem die von *Billroth* sprechen, nach welcher die Capillaren und Venen unmittelbar mit einander zusammenhängen. Einen solchen Zusammenhang habe ich in den *Malpighi*'schen Körperchen wirklich gesehen, und was die Pulpa anlangt, so ergeben die Einspritzungen von *Billroth* dasselbe. Immerhin muss zugegeben werden, dass der Uebergang der Capillaren in die Venenräume noch keinem Forscher so sich dargeboten hat, dass derselbe einer Untersuchung mit stärkeren Vergrösserungen zugängig gewesen wäre, und dass somit hier immer noch ein Feld für

Fig. 326. Ein Stückchen der rothen Pulpa einer in Alkohol erhärteten menschlichen Milz ausgepinselt, 250mal vergr. *aa. Reticulum*, *bb.* Querschnitte capillarer Venen, deren Epithel abgefallen ist, *ccc.* Querschnitte solcher Venen, deren Epithel mehr weniger vollkommen erhalten ist, *dd.* Längsansicht von denselben Venen, *e.* ein Capillargefäss, im Milzgewebe liegend.

Fig. 327. Epithelzellen der Milzvenen des Menschen, eine mit stark hervorragendem Kerne. 350mal vergr.

weitere Untersuchungen bleibt. — Zu einer ganz abweichenden Ansicht ist der neueste sorgfältige Untersucher der Milz, *W. Müller*, gelangt. Nach ihm gehen die Capillaren der Milz allerwärts nicht unmittelbar in Venen über, sondern setzen sich in intermediäre wandungslose Bahnen fort, welche allerwärts die Stränge des Milzgewebes durchziehen, mit andern Worten, in den Maschen des *Reticulum* dieses Gewebes sich befinden. Auf der andern Seite öffnen sich auch die Venen, die nach *W. Müller* bei keinem Wirbelthiere ein Netz bilden, in die Interstitien des Milzgewebes, und wäre somit dieses mit allen seinen Zellen nichts als eine grosse intermediäre Blutbahn.

Lymphgefässe besitzt die menschliche Milz verhältnissmässig sehr wenige. Die oberflächlichen derselben verlaufen spärlich zwischen den zwei Hüllen, sind jedoch, ausser in ganz gesunden Milzen und in der Nähe des *Hilus*, kaum zu erkennen. Die tiefen Gefässe finden sich im *Hilus*, von wo aus sie ebenfalls nur wenige an Zahl und von geringem Durchmesser, die Arterien begleiten, jedoch noch nicht bis zu ihren Anfängen sich verfolgen lassen. Am *Hilus* kommen beiderlei Gefässe zusammen, gehen durch einige kleine hier befindliche Drüsen und vereinen sich schliesslich in einen Stamm, der am 11. oder 12. Wirbel in den *Ductus thoracicus* mündet. An kranken Milzen sieht man von den oberflächlichen Lymphgefässen meist keine Spur.

Die aus vielen feinen und einigen dicken Röhren und mässig viel *Remak*'schen Fasern bestehenden Nerven der Milz kommen aus dem die Milzarterie mit zwei oder drei Stämmen umstrickenden Milzgeflechte und setzen sich im Innern des Organes je mit einem oder zwei hie und da sich verbindenden Aesten auf die Arterien fort. Beim Schafe und Ochsen sind diese Milznerven von mächtiger Stärke, so dass sie alle zusammen an Dicke der leeren und zusammengezogenen Milzarterie gleichkommen, welche Stärke auf Rechnung ungemeiner Mengen sogenannter *Remak*'scher Fasern zu setzen ist, welche nach meinen neueren Erfahrungen nichts als Bündel ganz feiner markloser Nervenfasern (Axencylinder) sind (siehe §. 123). Bei Thieren kann man die Nerven, die durchaus ohne Ganglien sind, mit dem Messer weit in die Milz hinein verfolgen, weiter als beim Menschen, und mit Hülfe des Mikroskops habe ich dieselben häufig auch an den die *M.* Körperchen tragenden Arterien noch gesehen. Ueber ihre Endigungen kann ich nur das sagen, dass dieselben in die Pulpa übergehen und auch an den Arterienpinseln noch zu sehen sind. Dieselben werden hierbei schliesslich so fein, wie die feinsten Capillaren, enthalten keine dunkelrandigen Röhren mehr und enden nach dem, was *Ecker* gesehen hat (l. c. S. 149. Fig. 10), wahrscheinlich gabelförmig verästelt und frei. Beim Kalbe messen die Nerven an Arterien von 2 mm 54 — 60 μ, an den *Penicilli arteriarum* 10 — 12 μ, mitten in der Pulpa 6 — 9 μ. In Stämmchen von 26 — 60 μ sah ich hier noch eine einzige dunkelrandige Nervenfaser, während alles andere aus den eben erwähnten Bündeln feinster blasser Nervenfasern bestand, die in den feineren Fäden allein vorhanden waren. — In den Stämmen der Milznerven des Kalbes finden sich schon vor ihrem Eintritte in die Milz und innerhalb derselben zahlreiche gabelförmige Theilungen der dunkelrandigen zum Theil gröberen, zum Theil feineren Primitivröhren, welche beim Menschen aufzufinden mir bisher nicht gelang.

Von den Säugethieren scheinen in Bezug auf die grösseren Venen manche ganz an den Menschen sich anzuschliessen, andere, wie Pferd, Ochs, Schaf, Schwein, weichen dagegen sehr bedeutend ab. Hier findet sich nur an den Anfängen der allergrössten Venenstämme eine besondere Venenhaut und Gefässscheide, während tiefer herein dieselben nur an der Seite der Arterie sichtbar sind. An allen kleineren Venen, die für sich (ohne Arterien) verlaufen, ist von zwei Hüllen keine Spur mehr zu finden, ja es scheinen selbst diese Venen einfach Aushöhlungen in der Milzsubstanz zu sein, indem man an ihren Wänden eine Menge verflochtene *Trabeculae* und dazwischen rothe, oft knollig vorspringende Milzsubstanz sieht. Dieselben haben jedoch immer noch eine vollkommen glatte und glänzende

Oberfläche, die von einem nur durch das Mikroskop nachweisbaren Ueberzuge von mehr spindelförmigen, nach Art eines Pflasters verbundenen Epithelzellen von 11—22 μ herrührt. Dieses Epithelium entspricht vollkommen dem der grösseren Venen, nur liegt es hier nicht mehr auf einer besonderen Wand, sondern unmittelbar auf der Milzsubstanz, d. h. auf den Balken und einem zarten häutigen Wesen, einer Verdichtung des *Reticulum*, das die Pulpa zwischen denselben abgrenzt, auf. Bei so bewandten Umständen kann man mit vollem Rechte von Venensinus reden, um so mehr, wenn man bedenkt, dass diese so zu sagen wandungslosen Venen eine mächtige Weite besitzen und von unzähligen in sie sich ergiessenden Venen durchlöchert sind. Diese kleineren Venen selbst lassen sich noch ziemlich weit durch die Scheere verfolgen, und sind in unsern Tagen auch von *Billroth* und *Frey* eingespritzt worden, wobei sich ergeben hat, dass dieselben einfach baumförmig sich verästeln und keine Netze bilden (s. in Zeitschr. f. wiss. Zool. XI). Geflechte cavernöser feiner Venen wie beim Menschen fand *Billroth* beim Hunde, Kaninchen und Huhne; *Frey*, wie ich aus mündlicher Mittheilung weiss, auch beim Meerschweinchen, Eichhörnchen und Murmelthiere.

In Betreff der Art und Weise des Zusammenhanges der Capillaren und Venen in der Milz ist, wie oben schon bemerkt, eine Uebereinstimmung der verschiedenen Beobachter noch nicht zu erzielen gewesen und sind die wichtigsten Ansichten, die in neuerer Zeit sich geltend gemacht haben, folgende:

1. Es findet sich ein unmittelbarer Zusammenhang der Arterien und Venen. In Betreff der Art und Weise dieses Zusammenhanges herrschen jedoch zwei verschiedene Ansichten, und zwar folgende:

a) Die Capillaren ergiessen sich unmittelbar in die sogenannten capillären Venen, und fehlt, mit Ausnahme der Milzbläschen, ein Capillarnetz ganz und gar.

Diese Ansicht vertheidigt vor Allem *Billroth* nach seinen letzten Untersuchungen, und *Schweigger-Seidel*. Auch *Gray* bezeichnete schon früher diese Art des Zusammenhanges der beiderlei Gefässe als die gewöhnlichste, nahm aber ausserdem noch einen Ursprung der Venen aus Intercellularräumen der Pulpa an. Ferner können auch *Grohe* und *Basler* als Anhänger dieser Auffassung bezeichnet werden.

b) Arterien und Venen hängen durch ein wirkliches Capillarnetz zusammen.

Axel Key, der einzige Vertreter dieser Ansicht, verlegt das Capillarnetz in das eigentliche zwischen den capillären Venen *Billroth*'s liegende Milzgewebe. Die mit besonderen Wandungen versehenen Capillaren, deren Durchmesser beim Kalbe 6,2 — 9,3 μ, beim Kinde 6,2—18,6 μ betragen, bilden ein ungemein dichtes Netz (l. i. c. Taf. VII. Fig. 5), in dessen Maschen die zelligen Elemente und das *Reticulum* des Milzgewebes liegen und zwar so, dass oft nur Eine Zelle in Einer Masche liegt.

2. Arterien und Venen hängen nicht unmittelbar zusammen, sondern verbinden sich nur durch Intercellularräume des Milzgewebes.

Diese Ansicht, die schon früher Vertreter besass, hat erst in unsern Tagen durch die Injectionen von *Stieda* und *W. Müller* eine bestimmtere Grundlage erhalten. Das was *Axel Key* als Capillarnetze der Pulpa beschrieben und als der erste eingespritzt hat, betrachten beide genannten Autoren ebenfalls auf Grund von Injectionen als wandungslose, zwischen den Capillaren und Venen gelegene Räume, so dass somit das Blut durch die Zwischenräume der Zellen und des *Reticulum* des Milzgewebes hindurchsickern würde, mit andern Worten, die Lücken des *Reticulum* Bluträume wären und die Zellen, die in diesen Lücken nichts weniger als eine gesicherte Lage haben, auch mit zum Blute zählen würden. Die Art und Weise des Zusammenhanges der wirklichen Gefässe mit den intermediären Pulpabahnen schildert *W. Müller* ausführlich wie folgt: »Die Wand der Capillaren wird äusserst zart, sie verliert den doppelten glänzenden Contour und wird wie feingranulirt; die vorher lang elliptischen Kerne werden breiter, dichter und mit rundlichen Formen untermischt, häufig zeigt das Gefäss an dieser Stelle eine leichte Verbreiterung. Die bis dahin zusammenhängende Wand des Gefässes spaltet sich nun in eine Anzahl zarter, kurzer, sich verschmälernder Fortsätze, welche je einem Kerne anliegen und in das zarte Fasernetz der Milzpulpa continuirlich übergehen; in der Wandung treten dadurch eine Anzahl rundlicher und spaltförmiger Lücken auf, durch welche das Lumen der Capillare continuirlich mit den von den Zellen und aus Fasernetzen der Pulpa begrenzten Hohlräumen zusammenhängt.«

Aus den wandungslosen Blutbahnen der Pulpa entwickeln sich nach *W. Müller* bei allen Säugern und beim Menschen die Venen mit gitterförmig durchbrochenen Anfängen, die ganz allmählich aus den intermediären Pulpabahnen hervorgehen. Bis zu einem Durchmesser von 10—15 μ besitzen die Venen ein Epithel, dann aber hört dasselbe auf und wird die Begrenzung der Venenanfänge nur von einem zarten Netze gebildet, welchem elliptische Kerne und runde, lymphkörperartige Zellen in dichter Aufeinanderfolge anliegen. Diese Begrenzung zeigt häufig fast unmittelbar nach dem Aufhören des Epithels eine durchbrochene Beschaffenheit unter rascher Auffaserung der Wand, welche continuirlich und ohne scharfe Grenzen in die anstossende Pulpa übergeht. Netzförmige, anastomosirende Venen (capilläre Venen, *Billroth*) anerkennt *W. Müller* nicht (l. c. S. 96), wohl aber *Stieda*, und ebenso wie dieser fasst auch *Frey* das Verhältniss der Blutgefässe der Milz auf (Histol. 2. Aufl.).

So viel von den neuesten Darstellungen des feineren Verhaltens der Gefässe in der Milz. Meiner Meinung zufolge kann es sich nur um die Aufstellungen von *Billroth* einerseits, *Stieda* und *W. Müller* andererseits handeln, denn dass die von *Axel Key* injicirten feinsten Netze keine Canäle mit Wandungen sind, darf mit *Schweigger-Seidel* bestimmt angenommen werden. Die Entscheidung zwischen den beiden genannten Darstellungen ist gewiss nicht leicht, doch scheint mir die grössere Wahrscheinlichkeit für die Annahme von *Billroth* zu sprechen. Die feinen von *Key*, *Stieda* und *W. Müller* injicirten Netze sind allerdings nicht zu beanstanden, und lassen sich dieselben bei Injectionen unter etwas stärkerem Drucke leicht erhalten, auf der andern Seite frägt es sich jedoch sehr, ob dieselben nicht Extravasationen in dem Milzgewebe ihren Ursprung verdanken. In dieser Beziehung gebe ich folgendes zu bedenken.

1) Die Annahme, dass das gesammte Blut der Milzarterie (Plasma und Zellen) immerwährend durch die Lücken des *Reticulum* des Milzgewebes hindurchfliesse, in welchem Falle die Zellen des Milzgewebes als farblose Blutzellen anzusehen wären, scheint mir physiologisch unmöglich, indem in einem solchen Falle der Blutbewegung colossale Widerstände sich entgegensetzen würden.

2) Wäre diese Annahme richtig, so müsste das Milzgewebe zu jeder Zeit massenhaft von rothen Blutzellen durchzogen sein. Diess ist jedoch nicht der Fall, denn wenn schon das Milzgewebe in der Regel eine gewisse Zahl rother Blutzellen aufzuweisen hat, so sind dieselben doch nicht in einer solchen Menge vorhanden, wie es der *Stieda-Müller*'schen Auffassung zufolge der Fall sein müsste. Am belehrendsten scheinen mir in dieser Beziehung die Milzen, in denen durch Unterbindung der Milzgefässe die Entleerung des Blutes verhindert und eine natürliche Injection der Blutgefässe erzielt worden ist, indem in solchen Milzen, wie ich mit *Basler* finde, die capillären Venen strotzend mit Blut gefüllt sind, das Milzgewebe selbst dagegen keine irgend bemerkenswerthe Menge von rothen Blutzellen zeigt.

3) Wie ich schon vor langer Zeit nachgewiesen, reagirt das Milzgewebe einer ganz frischen Milz sehr stark sauer, was auch nicht dafür spricht, dass dasselbe stets von dem alkalischen Blute durchzogen sei.

4) Endlich sprechen auch unmittelbare Beobachtungen für einen Zusammenhang der Capillaren und kleinsten Venen, wie er anderwärts sich findet. Schon *Billroth* hat solche Erfahrungen mitgetheilt und neuerdings werden von *Schweigger-Seidel* beim Menschen besondere Uebergangsgefässe beschrieben und abgebildet (*Virch.* Arch. XXVII. Taf. X. Fig. 10) und auch für die Säuger und den Frosch ein unmittelbarer Zusammenhang der Arterien und Venen nachgewiesen. Ja selbst *W. Müller* hat einmal bei Schlangen und Eidechsen das Gefässsystem der Milz überall geschlossen gefunden und zweitens auch bei Vögeln in einzelnen Fällen unmittelbare Verbindungen zwischen Capillaren und Venen gesehen. Auch beim Menschen kamen ihm Bilder vor, die für solche Verhältnisse sprechen. Auch mir haben in letzter Zeit vorgenommene Injectionen von Kindermilzen in gewissen Fällen ziemlich bestimmte Bilder gegeben. Ich füllte hier von den Arterien aus unter Anwendung eines geringen Druckes mit Berlinerblau einmal alle Capillaren, deren Durchmesser 5,7—7,8 μ betrug, und dann auch die Anfänge der cavernösen Venen. Hierbei kamen nun allerdings an den Enden der arteriellen Capillaren sehr häufig Extravasate zum Vorschein, allein gerade da am wenigsten, wo die Masse in die Anfänge der Venen übergetreten war, und da liess sich in einer Reihe von Fällen die Fortsetzung der Capillaren in etwas weitere Gefässe von 10—15 μ nachweisen, die nichts anderes als Anfänge der Venen

sein konnten. Die Capillaren schienen häufig, wo sie gut gefüllt waren, da und dort zu anastomosiren, allein immer wies eine genauere Untersuchung, bei der das stereoskopische Mikroskop als unersetzlich sich ergab, den Mangel von Verbindungen nach.

5) Endlich kann noch erwähnt werden, dass eine Verbindung von Arterien und Venen durch wandungslose Bahnen, wie *Stieda* und *W. Müller* hier annehmen, für Wirbelthiere ein vollständiges Novum wäre und daher auch die Analogie nicht gerade für diese Hypothese spricht. Angesichts der neuesten Erfahrungen über die feinsten Lymphgefässe konnte man freilich daran denken, dass die *Stieda-Müller*'schen Pulpabahnen vielleicht von einem zarten Epithel ausgekleidet sind, es haben mir jedoch Injectionen dieser Bahnen mit Höllenstein von den Arterien und Venen aus und durch Einstich in die Milz keine Spur einer solchen Auskleidung ergeben.

Angesichts dieser Verhältnisse glaube ich für einmal für die Annahme von *Billroth* und *Schweigger-Seidel* mich erklären zu müssen, und will ich nur noch bemerken, dass auch bei der Annahme einer geschlossenen Blutbahn in der Milz das Vorkommen von Blutzellen im Milzgewebe und der Uebertritt von Bestandtheilen dieses Gewebes in das Blut nicht schwer zu begreifen ist, da die einzig und allein von einem Epithel gebildeten Wandungen der zartesten Venen gewiss häufigen Zerreissungen ausgesetzt sein werden. In Betreff der capillären Venen *Billroth*'s bemerke ich noch, dass kein neuer Autor auf die Seite von *W. Müller* getreten ist, der die Netze derselben läugnet. Ich kann dieselben für den Menschen, das Kaninchen und die Ratte mit Entschiedenheit bestätigen und finde ich *Billroth*'s Beschreibung der Pulpa der ersteren Geschöpfe in allem zutreffend. Die äussere Begrenzung der feinsten Venen wird vom *Reticulum* des Milzgewebes gebildet und zeigen dessen Fasern hier vorzugsweise einen queren Verlauf, welche Fasern *Henle* zuerst gesehen hat.

Die Arterien der menschlichen Milz sind ungemein musculös, was vollkommen hinreicht, um das von vielen Beobachtern nachgewiesene An- und Abschwellen des Organes 5—6 Stunden nach Aufnahme der Nahrung zu erklären. Bei Thieren können ausser diesen Elementen auch die von mir aufgefundenen Muskeln der Hülle, der Balken und der Gefässscheiden hierbei sich betheiligen, was dann auch begreiflich macht, dass thierische Milzen auf Galvanismus kräftiger sich zusammenziehen als die Menschenmilz, bei der übrigens hier in Würzburg bei einem Hingerichteten die Zusammenziehungen ebenfalls gesehen wurden (s. Würzb. Verh. V.).

Das Blut der Milzvenen ist, wie ich im Jahre 1849 entdeckte und später *Funke* bestätigte, ausgezeichnet durch die ungemeine Menge farbloser Zellen, und enthält ausserdem auch noch andere Elemente, in welcher Beziehung das Kapitel vom Blute zu vergleichen ist.

In Betreff der Lymphgefässe der Säugethiere ist schon lange bekannt, dass alle Abtheilungen, bei denen der Peritonealüberzug des Organes ein reichliches subseröses Bindegewebe besitzt, wie vor allem die Wiederkäuer und Einhufer, auch sehr zahlreiche oberflächliche Lymphgefässe besitzen, während dieselben bei den andern Familien ebenso spärlich sind wie beim Menschen, ja vielleicht z. Th. selbst ganz fehlen. Von den tiefen Lymphgefässen habe ich schon vor Jahren gezeigt (*Art. Spleen in Cycl. of Anat.*), dass dieselben überall spärlich sind und z. B. bei einer Kalbsmilz nur 4 Stämmchen von einem Gesammtdurchmesser von 0,38 mm gefunden. Ueber das Verhalten der Lymphgefässe im Innern des Organes ist leicht zu sehen 1) dass die *Vasa profunda* mit den Arterien verlaufen und 2) dass die *Vasa superficialia* einzelne Ausläufer in das Innere abgeben (*ich, Teichmann, Tomsa*), dagegen sind die feineren Verhältnisse noch sehr wenig erkannt und besitzen wir nur einzelne auf Beobachtungen gestützte Angaben. So fand *Teichmann*, dass die von der Oberfläche ins Innere dringenden Lymphgefässe einfach am *Hilus* herauskommen, ohne aus dem Gewebe des Organes Seitenzweige aufzunehmen. Auf der andern Seite glaubt *Tomsa* Vermuthungen von *Schweigger-Seidel* und *Axel Key*, denen zufolge auch das Milzgewebe mit solchen Gefässen in Verbindung stehe, durch seine Erfahrungen stützen zu können. Den Injectionen dieses Forschers zufolge besitzt die Milz des Pferdes nicht nur in den Trabekeln und Arterienscheiden Lymphräume, die mit den oberflächlichen und tiefen Lymphgefässen zusammenhängen, sondern es gehen von diesen Räumen auch Fortsetzungen in die Pulpa über. Diese Lymphwege der Pulpa bilden ein zartes Netzwerk wandungsloser Gänge, welche das eigentliche intervasculäre Milzgewebe durchzieht, doch wird aus *Tomsa*'s Beschreibung nicht klar, ob er sich

dieselben als bleibende oder beständig wechselnde denkt, und könnte man eher auf letzteres schliessen, da er wörtlich sagt, dass die betreffenden Gefässe Gänge darstellen, die in dem Milzgewebe durch lose gewordene und ausgeführte Lymphkörper sich gebildet haben und noch ununterbrochen bilden. Seine Abbildung (Fig. 9) zeigt ein Netz, das an die intermediären Blutbahnen von *W. Müller* erinnert, aber doch bedeutend weitmaschiger ist und dessen Verhältnisse zu den nicht dargestellten Venen und Capillaren nicht zu erkennen sind.

In Betreff dieser Angaben von *Tomsa* wage ich vorläufig, ohne die Milz des Pferdes selbst untersucht zu haben, kein Urtheil, und erlaube ich mir für einmal nur die Bemerkung, dass die verhältnissmässig geringe Menge der *Vasa lymphatica profunda* der Milz gegen seine Annahme von dem Vorkommen reichlicher Lymphbahnen im eigentlichen Milzgewebe spricht. Auch habe ich bei Injectionen der oberflächlichen Lymphgefässe der Kalbsmilz durch Einstich, die, wenn gut gefüllt, ein die ganze Milz überziehendes, sehr dichtes Netz bilden, nie Lymphgefässe im Milzgewebe zu füllen vermocht. Dagegen erscheint es wohl als möglich, dass die Lymphgefässe in den Arterienscheiden bis an die *Malpighi*'schen Körperchen gelangen, sowie zweitens, dass alle Geschöpfe mit entwickelteren Balken auch in diesen solche Gefässe besitzen. Ferner ist klar, dass alle diejenigen, die, wie *W. Müller* und *Frey*, intermediäre Blutbahnen im Milzgewebe annehmen, gegen die Annahme von Lymphbahnen in demselben Gewebe sich aussprechen müssen, wie dies in der That auch *Frey* gethan hat. — Zu Gunsten von *Tomsa*'s Aufstellung können dagegen angeführt werden, erstens, dass die Lymphe der Milz, wie seit *Hewson* schon viele Beobachter wahrgenommen haben, besonders in den *Vasa profunda*, bei gewissen Geschöpfen, vor allem beim Pferde und den Wiederkäuern, oft röthlich gefärbt erscheint, welche Farbe, wie *Ecker* und *ich* gezeigt habe, von ächten rothen Blutzellen herrührt, und zweitens, dass, wie ich gezeigt habe (Würzb. Verh. VII), die tiefen Lymphgefässe der Milz viel mehr Zellen führen als die *Vasa superficialia*. Es sind jedoch auch diese Thatsachen nicht beweisend, indem bei dem eigenthümlich zarten Gewebe der Milz die Möglichkeit vorliegt, dass in Folge von Zerreissungen Bestandtheile der Blutgefässe in das Milzgewebe und die Elemente dieses in die Lymphbahnen gelangen.

Bei dem jetzigen Stande der Dinge lässt sich in physiologischer Beziehung über die Milz etwa Folgendes sagen: 1) Ist es klar, dass das Milzgewebe und der Inhalt der *Malpighi*'schen Körperchen der Sitz chemischer Umsetzungen ist, welche den bisherigen Untersuchungen zufolge sehr erhebliche sind und einen bedeutenden Einfluss auf die Zusammensetzung des Milzblutes haben müssen.

2) Ist es nachgewiesen, dass in der Milzpulpa junger Thiere rothe Blutzellen sich bilden (*ich*), sowie dass das Venenblut der Milz erwachsener Geschöpfe eine ungemein grosse Menge farbloser Zellen führt (*ich*, *Funke*), ein Verhältniss, das bei Hypertrophien in ganz aussergewöhnlichem Grade auftritt (*Virchow*). Der Heerd für diese Zellenbildung scheinen nicht die Blutgefässe zu sein, — wenigstens spricht hierfür immerhin noch keine einzige Thatsache mit Sicherheit — sondern das Milzgewebe selbst. Dürfte man annehmen, dass wegen der lockern Beschaffenheit der Wände der cavernösen Venen ein Uebertritt der Elemente des Milzgewebes in diese möglich ist, so träte dann das Milzgewebe in dieselbe Beziehung zum Blute, wie das Gewebe der Lymphdrüsenalveolen und Stränge zur Lymphe, und würde die Milz in der That als eine Art Lymphdrüse erscheinen. Natürlich wäre bei so bewandten Umständen ein Uebertritt von Elementen des Blutes in das Milzgewebe auch nicht gerade auffallend, müsste jedoch vielleicht als weniger naturgemäss angesehen werden. Welchen Einfluss die Zusammenziehungen der verschiedenen musculösen Elemente des Organes und die Zustände des Blutdruckes auf die Wechselwirkungen zwischen dem Blute und dem Milzgewebe haben müssten, ist klar, braucht jedoch hier nicht weiter auseinandergesetzt zu werden. — In Betreff der *Malpighi*'schen Körperchen wurde oben schon Einiges bemerkt, und will ich hier nur noch beifügen, dass dieselben, vorausgesetzt dass eine Beziehung zu den Lymphgefässen nicht nachzuweisen ist, doch auch ganz gut mit dem Milzgewebe der Pulpa in Eine Linie gestellt werden können, von welchem sie ja häufig so wenig scharf abgegrenzt sind. Ihre reichlichen Gefässe lassen einen lebhaften Stoffwechsel in ihnen vermuthen, und ihr Bau ist derart, dass ein Austritt der in ihnen eingeschlossenen Zellen in die Pulpa doch auch nicht zu den Unmöglichkeiten gehört.

Für die Untersuchung der Milz ist vor Allem die Erhärtung des Organes zu empfehlen, welche *Führer* zuerst mit *Liq. ferri sesquichlorati* und *Billroth* viel zweckmässiger mit Chromsäure und mit Alkohol durchführte. Man härte immer nur klei-

nere Stücke, beginne mit verdünnten Lösungen, wechsle oft und gehe allmählich zu stärkeren über. Ist die Milz so hart, dass sie fein geschnitten werden kann, so kann man dann noch Glycerin zur Aufhellung, Carmin zur Färbung und den Pinsel zur Darstellung des *Reticulum* anwenden. Ebenso wichtig sind die Einspritzungen, die am besten mit Leim und Carmin, mit Berlinerblau oder mit Chromblei und unter sehr vorsichtiger Regelung des Druckes vorgenommen werden, worauf dann, wie begreiflich, das Organ erhärtet wird. Die Muskeln in den Balken und den Hüllen sieht man leicht nach den bekannten Verfahrungsweisen.

Literatur der Milz. *M. Malpighi*, *De liene*, in *Exercit. de visc. struct.* London 1669; *J. Müller*, in *Müll.* Arch. 1834; *T. C. H. Giesker*, Splenologie. I. Zürich 1835; *Schwager-Bardeleben*, *Observationes micr. de gland. ductu excretorio carentium structura.* Berol. 1841; *Th. v. Hessling*, Untersuchungen über die weissen Körperchen der menschlichen Milz. Regensburg 1842; *A. Kölliker*, in Mittheil. der Zürch. nat. Gesellschaft. 1847. S. 120; in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. I. S. 261 u. Bd. II. S. 115; Würzb. Verh. Bd. IV. S. 58; Art. »*Spleen*« in *Todd's Cyclopaedia of anatomy.* Juni 1849; *A. Ecker*, in Zeitschr. für rat. Medicin. IV. 1847; Art. »Blutgefässdrüsen«, in *R. Wagner's* Handw. d. Phys. IV, 1. 1849, und *Icones phys.* Tab. VI.; *J. Landis*, Beiträge zur Lehre über die Verrichtungen der Milz. Zürich 1847; *Gerlach*, in Zeitschr. f. rat. Medicin. VII. 1848; Gewebelehre S. 218; *R. Sanders*, *On the structure of the Spleen*, in *Goodsir's Annals of Anat.* I. 1850; *O. Funke*, *De sanguine venae lienalis.* Lips. 1851; *Leydig*, in Beitr. zur Anat. d. Rochen. 1852. S. 60, und: Unters. über Fische u. Amphib. 1853. S. 20 u. 46; *Sanders*, in *Monthl. Journ.* 1852. March; *Vl. Hlasek*, *Disquis. de struct. lienis.* Dorp. 1852; *H. Gray*, *Structure and Use of the Spleen, A. Cooper prize essay.* London 1854; *Fr. Führer*, Ueber die Milz und eine Besonderheit ihres Capillarsystems, in Arch. f. ph. Heilkunde. 1854. S. 149, und 1856. S. 105; *Stinstra*, *De funct. lienis. Diss.* Groning. 1854; *Huxley*, *Struct. of the Malpigh. bodies of the Spleen*, im *Micr. Journ.* II. p. 74; *Kölliker*, in Würzb. Verh. Bd. VII; *Billroth*, in *Müll.* Arch. 1857. S. 104; ferner in *Virch.* Arch. XX. S. 410 u. 528. XXIII. S. 457, und Zeitschr. f. wiss. Zool. XI. S. 325, *A. Sasse*, *De milt, besch. in hare structuur en hare phys. betrekking.* Amst. 1855; *Schönfeld*, *Diss. phys. de funct. lienis.* Gron. 1855; *E. Crisp*, *A treatise on the struct. and use of the Spleen.* London 1857; *Henle*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. VIII. 1859. S. 224; *L. Fick*, im Arch. f. Anat. I. S. 8; *Kowalewsky*, Ueber die Epithelialzellen der Milzvenen, in *Virch.* Arch. XII. 221; Ueber die *Malp.* Körp., ebendas. XX. 203; *Grohe*, in *Virch.* Arch. XX. 325; *A. Key*, in *Virch.* Arch. XXI. 568; *F. Schweigger-Seidel*, *Disquis. de liene.* Halis 1861, in *Virch.* Arch. XXIII. S. 526 und XXVII. S. 460; *L. Stieda*, in *Virch.* Arch. XXIV. S. 540; *A. Timm*, *De lienis avium structura. Diss. inaug.* Kiel 1862, u. Zeitschr. f. r. Med. XIX; *W. Basler*, in Würzb. med. Zeitschr. IV. S. 220; *W. Tomsa*, in Wien. Sitzungsber. Bd. XLVIII, 2. Abth. 1863; *W. Müller*, Ueber den feineren Bau der Milz, Leipzig 1865.

Von den Respirationsorganen.

§. 166.

Zu den Respirationsorganen zählt man gewöhnlich nur Kehlkopf, Trachea und Lungen, doch halte ich es für das Passendste, zwei genetisch mit den nicht zur Entwickelung kommenden Respirationsorganen der Embryonen, d. h. den Kiemenbögen, verbundene Organe, die physiologisch vielleicht mit den Lungen zusammenhängen, hier zu beschreiben, nämlich die Schilddrüse und die Thymus.

Von den Lungen.

§. 167.

Die Lungen verhalten sich im Baue ganz ähnlich einer zusammengesetzt-traubigen Drüse und stellen mit ihren Lappen, Läppchen und Luftzellen das eigentliche Drüsengewebe dar, während die Bronchien, die Trachea und der Kehlkopf als ausführende Wege dienen. Ein Unterschied von den gewöhnlichen Drüsen liegt darin, dass, weil in den Lungen ein zweifacher Vorgang, eine Ausscheidung und eine Aufnahme von Stoffen, statt hat und derselbe die ganze Blutmasse betrifft, die Hohlräume bedeutend geräumiger sind und auch vermöge des eigenthümlichen Inhaltes derselben einen ganz besonderen, festen und zugleich elastischen Bau erhalten haben.

§. 168.

Der Kehlkopf, *Larynx*, ist der zusammengesetzteste Theil der sogenannten Luftwege und besteht einmal aus einem festen Gerüste, den Kehlkopfsknorpeln sammt ihren Bändern, dann aus vielen kleinen an dieselben sich ansetzenden Muskeln, endlich aus einer drüsenreichen, das Innere auskleidenden Schleimhaut.

Die Knorpel des Kehlkopfes sind in ihrem Baue nicht alle gleich, indem die einen aus gewöhnlichem Knorpelgewebe, die andern aus Faserknorpel, noch andere aus sogenanntem Netzknorpel oder gelbem Knorpel bestehen. Zu den ersteren gehören der Schildknorpel, Ringknorpel und die Giessbeckenknorpel, welche alle eine mehr gleichartige, hyaline Grundsubstanz und in dieselbe eingestreute Knorpelkapseln besitzen (Fig. 26), unter den andern wahren Knorpeln noch am meisten an die Rippenknorpel sich anschliessen und zu äusserst abgeplattete Zellen, dann eine weissliche Schicht mit vielen grossen Mutterzellen und mehr faseriger Grundmasse, endlich im Innern mehr Grundsubstanz und kleinere in der Richtung der Dicke gestellte Höhlen enthalten. Die Kapseln der Zellen sind bedeutend dick, und in der eingeschlossenen Zelle ist meist ein grosser Fetttropfen zu finden. Sehr häufig sind in den Kehlkopfsknorpeln Incrustationen der Knorpelzellen und der Grundsubstanz durch kleine Kalkkrümel, ausserdem finden sich aber auch wirkliche Ossificationen, die immer von der Bildung grosser, mit schönem, gallertartigem, gefässhaltigem Knorpelmark gefüllter Höhlen begleitet sind. — Die *Epiglottis*, die *Santorini*'schen, *Wrisbergi*'schen Knorpel und die *Cartilago sesamoidea* von *Luschka* am äusseren Rande des Giessbeckenknorpels bestehen aus gelbem oder Netzknorpel (siehe §. 24. Fig. 27), ebenso nach *Rheiner* der *Proc. vocalis* der *Cart. arytaenoidea* und manchmal deren Spitze, und zeigen dunkle, sehr dicht verfilzte Fasern, die bei Thieren (beim Ochsen z. B.) viel stärker sind als beim Menschen, und 22 — 15 μ grosse helle Knorpelkapseln enthalten. Auch die *Cart. thyreoidea* zeigt in ihrem mittleren Theile da, wo die *Ligg. thyreo-arytaenoidea* sitzen, einzelne elastische Fasern, welche zur Unterscheidung eines besonderen mittleren Stückes an diesem Knorpel (*Lamina mediana*) Veranlassung gegeben haben (*Rambaud, Halbertsma*). — Die *Cartilago triticea* besteht aus Bindegewebe mit eingestreuten Knorpelzellen, ist mithin gewöhnlicher Faserknorpel, kann aber auch hyaliner Knorpel sein (*Rheiner, Ségond*).

Von den Bändern des Kehlkopfes erhalten die *Ligg. crico-thyreoideum medium* und *thyreo-arytaenoidea inferiora* vorwiegend elastisches Gewebe und sind gelb, während andere, wie die *thyreo-arytaenoidea superiora, hyo-* und *thyreo-epiglottica*, die *Membr. hyo-thyreoidea* wenigstens durch grossen Reichthum an solchen Elementen sich auszeichnen. Die elastischen Fasern der Kehlkopfsbänder sind von der feineren

Art, kaum über 2,2 μ, und vereinen sich in gewöhnlicher Weise zu einem sehr dichten elastischen Netzwerke, das jedoch überall, auch wo es scheinbar am reinsten ist, noch Bindegewebe beigemengt enthält. Die Muskeln des Kehlkopfes sind alle quergestreift und ebenso gebaut, wie die des Rumpfes. Dieselben entspringen von den Knorpeln des Kehlkopfes und setzen sich an diese und auch an die elastischen Bänder derselben an, welches letztere beim *Thyreo-arytaenoideus* der Fall ist, der grösstentheils an der ausgehöhlten Aussenseite der Stimmbänder sich verliert.

Die Schleimhaut des Kehlkopfes, die Fortsetzung der Rachen- und Mundhöhlenschleimhaut ist glatt, weissröthlich und durch gewöhnliches, zum Theil reichliches submucöses Gewebe mit den unterliegenden Theilen verbunden. Mit Ausnahme einiger Stellen besitzt dieselbe nur ein Flimmerepithel und keine Papillen, ist reich an feineren elastischen Fasernetzen, namentlich in ihren tieferen Theilen, während die innerste Lage mit einer Mächtigkeit von 60 — 90 μ vorzüglich aus Bindegewebe besteht und mit einem nicht für sich darzustellenden gleichartigen Saume von etwa 9 μ endet. Das Flimmerepithelium beginnt bei Erwachsenen an der Basis des Kehldeckels und den oberen Stimmbändern, nach *Rheiner* 4,5 — 6,7 mm unter dem Kehlkopfseingange, ist mehrschichtig (Fig. 328), im Ganzen 54 — 90 μ dick und kleidet mit Ausnahme der Stimmbänder, die nach der Entdeckung von *H. Rheiner*, die ich bestätigen kann, ein geschichtetes Pflasterepithelium besitzen, das auch als

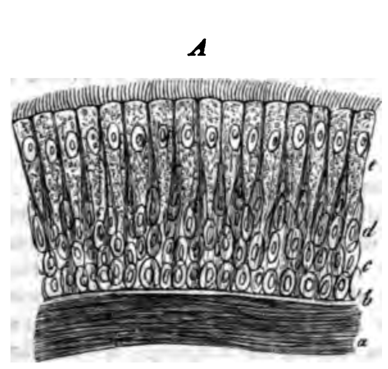




Fig. 328.

schmaler Streifen an den *Cart. arytaenoideae* bis zum Schlundkopfe sich erstreckt, den ganzen übrigen Kehlkopf aus. Die eigentlichen Flimmercylinder von 33 — 45 μ Länge und 5 — 9 μ Breite im Mittel, mit länglich runden Kernen und hie und da einigen Fettkörnchen, sind meist stark zugespitzt, häufig auch in einen dünnen Faden auslaufend, der so lang werden kann, dass die ganze Zelle 54 — 60 μ Länge erhält. Die Flimmerhärchen, Wimperhaare, *Cilia vibratilia,* sind feine, helle, weiche fadenförmige Fortsätze der Zellenendflächen von 3,5 — 5 μ Länge, die etwas breiter aus derselben hervorgehen und zugespitzt enden. Meist stehen dieselben eines dicht neben dem andern über die ganze Endfläche der Zellen, nach *Valentin* im Mittel zu 10 — 22, was mir eher zu wenig erscheint: seltener finden sie sich in geringerer Menge, ja selbst, wie angegeben wird, nur zu Einem an einer Zelle. Man hat sich jedoch davor zu hüten, verklebte Wimperhaare für einfache zu halten, wie diess namentlich

Fig. 328. Flimmerepithelium von der *Trachea* des Menschen, 350mal vergr. *A* Das Epithel *in situ*. *a*. Aeusserster Theil der elastischen Längsfasern, *b*. gleichartige äusserste Lage der *Mucosa*, *c*. tiefste runde Zellen, *d*. mittlere längliche, *e*. äusserste Flimmern tragende. *B*. Einzelne Zellen aus den verschiedenen Lagen.

bei Embryonen begegnen könnte. — In chemischer Beziehung stimmen die Zellen des Flimmerepitheliums durchaus mit denen der Cylinderepithelien überein, und beobachtet man namentlich auch an ihnen das Sichabheben der Zellhülle durch Zusatz von Wasser. Die Flimmern sind noch zarter als die Zellhüllen, fallen bei etwelcher Erweichung des Epithels sehr leicht ab und werden von fast allen Reagentien mehr oder weniger verändert und von vielen gleich zerstört, halten sich jedoch in Chromsäure ziemlich gut und werden, wie *Virchow* fand, wenn sie schon aufgehört haben zu schlagen, durch verdünntes kaustisches Kali und Natron noch einmal vorübergehend zu lebhafter Thätigkeit gebracht. Die Flimmerbewegung geht beim Menschen im *Larynx* und in der *Trachea* von unten nach oben und ist manchmal 52, ja selbst 56 und 78 Stunden nach dem Tode noch wahrzunehmen (*Biermer*, *Gosselin*). Von einer Abschuppung zeigt sich regelrecht an dem Flimmerepithel des *Larynx* und der Luftwege nichts. Es gehen wohl hie und da einzelne Flimmercylinder verloren und werden mit dem Schleime der Luftröhre nach aussen entleert, allein von einer ausgedehnteren Ablösung der flimmernden Zellen findet sich keine Spur. Selbst in Krankheiten der Respirationswege ist das Abfallen der Flimmerzellen keineswegs eine so gewöhnliche Erscheinung, wie Viele glauben, und kann man häufig unter eiterähnlichem Schleime, selbst unter croupösen Exsudaten das Epithel noch mehr oder weniger unversehrt finden. Die Art, wie abgefallene Flimmercylinder ersetzt werden, ist wohl einfach die, dass die tieferen Zellen durch Theilung sich vermehren und nachrücken und die äussersten wieder Flimmerhärchen erzeugen. Vielleicht theilen sich auch unter Umständen die langen Flimmerzellen in der Quere und bilden nach Abstossung des flimmernden Stückes ein neues Ende mit Wimperhaaren, eine Vermuthung, für welche die von *Valentin* und *Biermer* in den Respirationsorganen beobachteten Flimmerzellen mit zwei und drei hintereinander liegenden Kernen zu sprechen scheinen.

Die Kehlkopfschleimhaut enthält eine bedeutende Zahl von kleinen Drüschen, die alle in die Abtheilung der traubenförmigen gehören, und wie die der Mundhöhle, des *Pharynx* etc., rundliche Drüsenbläschen von 68—90 μ mit einem Pflasterepithel und Ausführungsgänge mit Cylindern besitzen. Dieselben liegen theils zerstreut als kleine Drüschen von 0,2—1 mm an der hinteren Fläche des Kehldeckels, wo sie häufig in selbst durchgehende Vertiefungen des Knorpels eingebettet sind, und in der Höhle des Kehlkopfes selbst, wo ihre nadelstichgrossen Oeffnungen mit blossem Auge leicht zu sehen sind, theils finden sie sich am Eingange des Kehlkopfes vor den Giessbeckenknorpeln in einer grösseren Masse beisammen, welche mit einem wagerechten Schenkel den oft sehr verkümmerten *Wrisberg*'schen Knorpel umhüllt, mit einem zweiten in die Höhle des Kehlkopfes hinabsteigt (*Glandulae arytaenoideae laterales*). Auch auf dem *Arytaenoideus transversus* liegen Drüschen, und eine bedeutende Masse derselben zeigt sich aussen an den *Morgagni*'schen Ventrikeln, hinter und über den Taschenbändern. Die Absonderung dieser Drüsen ist, wie auch in der Mundhöhle, reiner Schleim ohne geformte Elemente.

Der Kehlkopf ist reich an Gefässen und Nerven. Die ersteren zeigen in der *Mucosa* dasselbe Verhalten wie im *Pharynx* und bilden schliesslich mit Capillaren von 7—9 μ ein oberflächliches Netz. Die Saugadern sind zahlreich und gehen zu den tieferen Halsdrüsen. Von den Nerven wissen wir durch *Bidder-Volkmann*, dass der mehr sensible *Laryngeus superior* vorwiegend feine, der vorwiegend motorische *inferior* mehr dicke Nervenfasern führt. Ihre Endigungen finden sich in den Muskeln, dem *Perichondrium* und besonders in der Schleimhaut, verhalten sich in der letzteren wie beim *Pharynx* (siehe oben) und besitzen an den Zweigen zum Kehldeckel auch mikroskopische Ganglien.

Die Drüsen des Kehlkopfes und der Luftwege überhaupt werden bei Katarrhen häufig verändert, so dass ihre Bläschen bis 180—330 μ messen und mit kleinen, rundlichen

Zellen erfüllt sind, die wohl den auf Schleimhautoberflächen sich bildenden Schleimkörperchen sich vergleichen lassen.

§. 169.

Die Luftröhre und ihre Aeste verbinden sich durch ein an schönen elastischen Fasern reiches Bindegewebe mit den benachbarten Theilen und werden zunächst von einem derben, elastisch fibrösen Gewebe umgeben, das die Knorpelhalbringe als *Perichondrium* überzieht und unter einander verbindet, und als eine etwas dünnere Lage die hintere häutige Wand der betreffenden Canäle bekleidet. Auf diese Lage folgen vorn und seitlich die Knorpel, hinten eine Lage glatter Muskeln. Die erstern von 0,7—1—2 mm Dicke verhalten sich ganz wie die grösseren Kehlkopfsknorpel, verknöchern jedoch im Ganzen nur selten. Dagegen sind die Muskeln von der *Trachea* an nicht mehr quergestreift und bilden eine unvollständige, nur an der hintern Wand der Canäle zu findende 0,68 mm dicke Lage von Querfasern und einzelne an der äussern Seite derselben befindliche Längsbündel, deren Elemente von 68 μ Länge und 1—9 μ Breite zu kleinen Bündeln vereint sind, die mit zierlichen kleinen Sehnen von elastischem Gewebe, theils von den innern Flächen der Enden der Knorpelhalbringe, theils, die Längsbündel nämlich, von der äussern Faserhaut entspringen (s. meine Mikr. Anat. II. 2. Fig. 277).

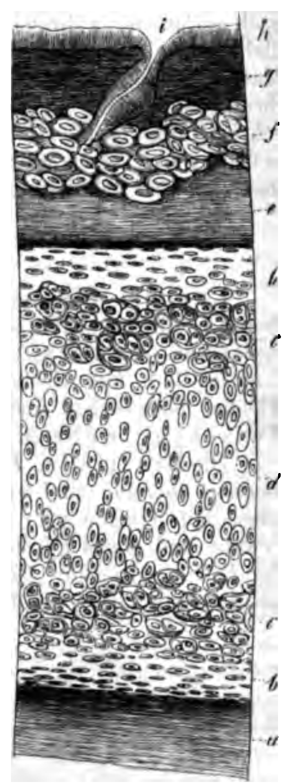


Fig. 329.

Nach innen von den Knorpeln und Muskeln, die gewissermaassen als Eine Lage zu betrachten sind, folgt eine etwa 0,26 mm starke Lage von mehr gewöhnlichem, straffem Bindegewebe und dann die eigentliche Schleimhaut. Diese hat zwei Schichten, eine äussere bindegewebige von 0,26 mm und eine innere gelbe von 0,20—0,22 mm, fast rein elastische, deren bis 3,3 μ betragende, netzförmig vereinte Fasern der Länge nach verlaufen und stellenweise, vor allem an der hintern Wand, in starken, oft unter spitzen Winkeln zusammenfliessenden platten Bündeln hervortreten. Der innerste Theil der elastischen Lage ist häufig, namentlich an der hinteren Wand, in einer Mächtigkeit von 54—68 μ, wie im *Larynx* mehr bindegewebig mit feinen elastischen Fäserchen, lässt sich auch als ein dünnes Häutchen von der stärkeren elastischen Schicht abziehen und hat zu innerst immer eine mehr gleichartige Lage von 11 μ. Auf dieser sitzt das Flimmerepithelium, das geschichtet ist und in Nichts von dem des *Larynx* abweicht. — In der Schleimhaut finden sich viele Drüsen, und zwar kleinere von 0,2—0,6 mm, besonders an der vorderen Wand in der Schleimhaut drin und unmittelbar nach aussen von der elastischen Lage, und grössere von 0,6—2 mm mehr an der hinteren Wand nach aussen von den Muskeln und der ganzen Schleimhaut, oder zwischen den Knorpeln. Im Baue weichen diese

Fig. 329. Senkrechter Schnitt durch die vordere Wand der *Trachea* des Menschen. 45mal vergr. *a*. Faserhülle, *bcd*. Knorpel, *b*. äussere Lage mit platten Zellen, *d*. innere Lage mit länglichen Elementen, *e*. submucöses Bindegewebe, *f*. Theil einer Schleimdrüse, *g*. elastische Längsfaserschicht, *h*. Epithel, an dem die Flimmern nicht sichtbar sind, *i*. Drüsenmündung.

Drüsen nur insofern von denen des *Larynx* ab, als nur die grösseren derselben in den Drüsenbläschen das gewöhnliche Pflasterepithelium haben; die kleineren in der Schleimhaut selbst befindlichen dagegen, von denen einige höchst einfach, nur gabelig gespaltene Blindschläuche sind, in ihren 45 — 68 μ grossen, länglichrunden Drüsenbläschen ein ganz enges Lumen und dicke Wände von 13 — 22 μ besitzen, welche so zu sagen ganz auf Rechnung eines schönen Cylinderepithelium kommen.

Die Blutgefässe der *Trachea* sind eher spärlich und zeichnen sich in der Schleimhaut besonders dadurch aus, dass die grösseren Zweige besonders der Länge nach verlaufen, während das oberflächliche, häufig über den elastischen Elementen dicht unter der gleichartigen Schicht befindliche Capillarnetz mehr rundlicheckige Maschen bildet. Lymphgefässe besitzt die *Trachea* in grosser Menge, doch sind ihre Anfänge nicht mit Sicherheit bekannt, indem das, was ich früher als solche beschrieb (Mikr. Anat. II. 2. S. 307) möglicherweise nur eigenthümlich veränderte Blutgefässe waren (siehe Mikr. Anat. II. 2. S. 526). Auch Nerven hat die *Trachea* viele und verhalten sich dieselben wie im *Larynx*.

§. 170.

Lungen. Die Lungen sind zwei grosse, zusammengesetzt traubige Drüsen, an denen 1) eine besondere seröse Hülle, die *Pleura*, 2) das absondernde Gewebe, bestehend aus den Verästelungen der zwei *Bronchi* mit ihren Endigungen, den Luftzellen und vielen Gefässen und Nerven, und 3) ein zwischen diesen Theilen befindliches und sie zu grösseren und kleineren Läppchen verbindendes Zwischengewebe zu unterscheiden sind.

Die Brustfelle, *Pleurae*, stimmen in ihrem Baue vollkommen mit dem *Peritonaeum* überein, sind wie dieses in ihrem äusseren Blatte dicker und bestehen aus einem mit feineren oder gröberen elastischen Elementen reichlich versehenen Bindegewebe und einem Pflasterepithel mit kernhaltigen Zellen von 18 — 46 μ Grösse an der *Pleura pulmonalis* (Fig. 331), zu welchen Theilen an den Thoraxwänden, wie am äusseren Theile des Herzbeutels noch ein mehr rein faseriges Blatt kommt. Die

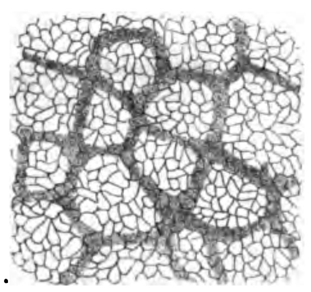


Fig. 330.

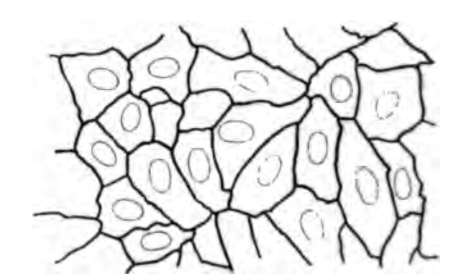


Fig. 331.

Blutgefässe der *Pleura* sind zahlreich, aber fein, und bilden ihre Capillaren weite Maschen. Lymphgefässe hat vor kurzem *Dybkowsky* in dem parietalen Blatte der *Pleura* des Hundes und Kaninchens dargestellt und gefunden, dass dieselben in den Intercostalräumen und auf dem *Musculus sternocostalis* sehr reichliche Netze bilden, in der Gegend der Rippen selbst dagegen bis auf einzelne grössere, den Rändern derselben entlang verlaufende Stämmchen fehlen und in den Mittelfellen nur

Fig. 330. Schnitt von der Lungenoberfläche eines Kindes von 11 Wochen mit dem Epithel der *Pleura* und einigen durchschimmernden Luftzellen. Ger. Vergr.

Fig. 331. Das Pleuraepithel der Fig. 330. 350mal vergr.

da vorhanden sind, wo dieselben Fett enthalten. Nerven mit schmalen und breiten Röhren fand *Luschka* und verfolgte dieselben in dem äusseren Theile der Haut zum *Phrenicus* und dem Brusttheile des *Sympathicus*. Ich selbst sah beim Menschen auch in der *Pleura pulmonalis* im Begleite von Zweigen der Bronchialarterien Nerven bis zu 73 μ Durchmesser mit mittelfeinen und starken Nervenröhren und hie und da eingestreuten grossen Ganglienkugeln, die aus den *Plexus pulmonales* kamen und wohl besonders vom *Vagus* abgegeben wurden. — An den Rändern der Lungenflügel fand *Luschka* zottenartige Fortsätze der *Pleura*, ähnlich denen in Synovialkapseln, hie und da mit Gefässen und selbst Nervenfädchen.

Ueber den feineren Bau der *Pleura* des Hundes vergleiche man die sorgfältige in *Ludwig*'s Laboratorium ausgeführte Arbeit von *Dybkowsky*. — Das Epithel der *Pleura parietalis* zeigt nach diesem Forscher die schon von *v. Recklinghausen* und *Oedmansson* von andern Orten her bekannten Spaltöffnungen, die mit den Lymphgefässen in Verbindung stehen, und gelingt es auch hier den Uebergang geformter Theilchen in die Lymphgefässe nachzuweisen.

§. 171.

Luftgefässe und Luftzellen. Sobald der *Bronchus dexter* und *sinister* an die Lungenwurzel gelangt sind, beginnen sie nach Art der Ausführungsgänge einer grösseren Drüse, z. B. der Leber, sich zu verästeln, indem sie meist zweitheilig und unter spitzen Winkeln in immer kleinere Zweige sich spalten, zugleich aber auch von Seiten der grösseren und mittleren Aeste viele kleine Luftgefässe unter rechtem Winkel abgeben, die, wie die Enden der Hauptverästelung, büschelförmig sich zertheilen. So entsteht schliesslich ein äusserst reicher Baum von Luftgefässen, dessen feinste, nirgends zusammenhängende Enden durch die ganze Lunge sich erstrecken und überall an der Oberfläche wie im Innern zu finden sind. Mit denselben stehen dann die letzten Elemente der Luftwege, die Luftzellen oder Lungenbläschen (*Vesiculae s. cellulae aëreae s. Malpighianae; alveoli pulmonum, Rossignol*) in Verbindung, doch nicht so, wie man früher glaubte, dass jedes feinste Bronchialästchen an seinem Ende in ein einziges Bläschen ausgeht, sondern indem dieselben immer mit einer ganzen Gruppe von Bläschen sich vereinen. Diese Bläschengruppen entsprechen den kleinsten Läppchen traubenförmiger Drüsen, und es ist daher nicht die geringste Nöthigung vorhanden, dieselben mit einem anderen Namen zu bezeichnen, wie *Rossignol*, der sie *Infundibula* nennt, wenn auch zuzugeben ist, dass ihr Bau in Manchem eigenthümlich sich verhält. Während nämlich in andern Drüsen die Drüsenbläschen, wenn sie auch nicht so für sich bestehen, wie man bisher angenommen hat, doch eine gewisse Selbständigkeit haben, sind die ihnen entsprechenden Elemente in den Lungen, die Luftzellen, in bedeutendem Grade untereinander verschmolzen, so dass alle einem Läppchen angehörigen Bläschen nicht in Abzweigungen des zu demselben tretenden feinsten Bronchialästchens, sondern in einen gemeinsamen Hohlraum einmünden, aus dem dann erst das Luftgefäss sich entwickelt. Von diesem Verhalten überzeugt man sich am leichtesten, wenn man an einer aufgeblasenen und getrockneten Lunge in verschiedenen Richtungen Durchschnitte sich bereitet oder an einer mit gefärbter Harzmasse eingespritzten Lunge das Gewebe durch Salzsäure zerstört. An solchen Stücken findet man nie endständige oder sonst gestielte und für sich ausmündende Luftzellen, vielmehr öffnen sich dieselben immer so ineinander und verschmelzen so, dass sie zusammen einen meist birnförmigen Schlauch mit buchtigen Wänden bilden. Diese Schläuche, die eben die feinsten Lungenläppchen oder die Trichter von *Rossignol* sind, hat man sich jedoch nicht so zu denken, als ob ein Sack an den Wänden mit dichtstehenden einfachen Zellen oder Alveolen besetzt wäre, vielmehr finden sich diese immer gruppenweise so gelagert, dass manche nicht unmittelbar in den grösseren Raum, sondern zuerst in andere Alveolen und erst durch

diese ausmünden. Am besten wird man von dem ganzen Verhalten sich eine Anschauung verschaffen, wenn man sich jedes Lungenläppchen als eine Amphibienlunge im Kleinen denkt oder wenn man sich vorstellt, dass die Aussenseite der sich erweiternden Bronchienenden mit vielen traubenförmigen Bläschengruppen, deren Elemente alle ineinander und in das gemeinsame *Cavum* ausmünden, dicht besetzt sei. So aufgefasst, weicht dann der Bau der Lunge nicht im geringsten erheblich von dem anderer traubenförmiger Drüsen mehr ab, nur dass in ihr, wenigstens beim Erwachsenen, eine theilweise Verschmelzung der Drüsenbläschen oder Luftzellen eines Läppchens stattgefunden zu haben scheint, indem man, wie *Adriani* mit Recht meldet, die Scheidewände zwischen denselben hie und da durchbrochen und auf einzelne Balken zurückgeführt findet. Die aus den feinsten Läppchen durch einfache Verschmälerung hervorgehenden kleinsten Luftgefässe von 0,22 — 0,35 mm sind anfangs noch von einfachen Luftzellen, welche man wandständige nennen kann, besetzt und haben daher zuerst buchtige Wände, die aber bald sich verlieren und dem gewöhnlichen glatten Aussehen derselben Platz machen, das dann auch weiterhin bleibt. — Die Grösse der Luftzellen wechselt sehr bedeutend selbst in einer gesunden Lunge und beträgt im Tode beim Mangel jeder Ausdehnung durch Luft 0,37—0,22—0,16 mm. Vermöge seiner Elasticität ist aber jedes Luftbläschen im Stande, sich um das Doppelte und Dreifache zu erweitern, ohne zu reissen, und nachher wiederum in seinen früheren Zustand zurückzukehren. Man wird nicht irren, wenn man annimmt, dass im Leben, bei mittlerer Füllung der Lunge, die Luftbläschen mindestens um ein Drittel weiter sind, als wir sie im Tode finden, und dass bei möglichst tiefer Einathmung die Ausdehnung vielleicht das Doppelte davon erreicht. Im Emphysem sind solche Erweiterungen und noch viel bedeutendere bleibend und führen auch schliesslich zum Zerreissen der Wände der einem Läppchen angehörenden Alveolen, ja selbst zum Zusammenfliessen der Läppchen selbst. — Die Form der Alveolen ist an einer frischen zusammengefallenen Lunge meist rundlich oder länglichrund, an einer aufgeblasenen oder eingespritzten, infolge der gegenseitigen Abplattung, rundlich-eckig; ohne Ausnahme vieleckig sind die Luftzellen der Lungenoberfläche, die auch immer nahezu ebene Aussenseiten haben.



Fig. 332.

Der gelappte Bau der Lunge ist beim Erwachsenen lange nicht so deutlich, wie bei jüngeren Individuen und bei Thieren. Es ist daher anzurathen, zuerst eine Kinderlunge auf diese Verhältnisse zu untersuchen. Hier findet man die einzelnen Läppchen noch alle

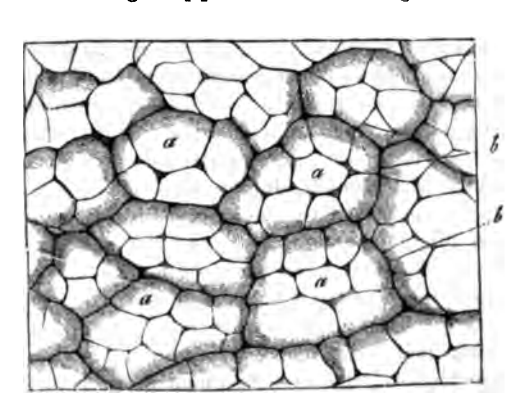


Fig. 333.

Fig. 332. Zwei kleine Lungenläppchen *aa* mit den Luftzellen *bb* und den feinsten Bronchialästen *cc*, an denen ebenfalls noch Luftzellen sitzen. Von einem Neugebornen. 25mal vergr. Halb schematische Figur.

Fig. 333. Aeussere Oberfläche der Lunge einer Kuh, deren Luftzellen mit Wachs eingespritzt wurden, 30mal vergr., nach *Harting*. *aaa*. Luftzellen, *bb* Grenze der kleinsten Läppchen oder *Infundibula* (*Rossignol*).

deutlich durch Bindegewebe von einander geschieden und trennbar, und ist so im Stande, sich von der ziemlich regelmässigen Kegelgestalt der oberflächlichen unter denselben und der mehr unregelmässigen der innern zu überzeugen. Beim Erwachsenen sind diese feinsten Läppchen, deren Grösse 0,5 — 1 — 2,2 mm beträgt, auch noch vorhanden, aber so innig verschmolzen, dass man selbst an der Oberfläche der Lungen ihre Umrisse nur mit Mühe und unvollständig erkennt und im Innern des Organes mehr ein gleichartiges Gefüge, etwa wie in der Leber, vor sich zu haben glaubt. Dagegen sind secundäre Läppchen von 0,6 — 1 — 2,8 Cm (Läppchen der Anatomen) auch beim Erwachsenen meist deutlich, um so eher, weil hier ihre Grenzen meist durch Pigmentstreifen bezeichnet sind, die mit der Zeit in das sie zusammenhaltende interlobuläre Bindegewebe sich abgesetzt haben, und diese vereinen sich dann schliesslich durch ein reichlicheres Zwischengewebe zu den grossen bekannten Lappen. So besteht die Lunge durch und durch aus grössern und kleinern Abtheilungen von Luftzellen und kleinsten Bronchien, und darnach zerfallen auch die grössern Luftgefässe in gewisse bestimmte Gruppen, von denen jede nur mit einer der erstern in Verbindung steht.

§. 172.

Der feinere Bau der Bronchien und Luftzellen ist folgender. Die Bronchien sind im Allgemeinen wie die Luftröhre und ihre Aeste zusammengesetzt, jedoch ergeben sich schon von Anfang an einige Verschiedenheiten, die im weitern Verlaufe immer mehr zunehmen. Am füglichsten unterscheidet man an ihnen zwei Häute, eine Faserhaut, zum Theil auch mit Knorpeln, und eine Schleimhaut mit einer Lage glatter Muskeln. Die erstere, aus Bindegewebe und elastischen Fäserchen gebildet, ist anfangs noch stark wie an den Bronchi, verfeinert sich aber nach und nach immer mehr, ist an Bronchien unter 1 mm kaum noch mit dem Messer nachzuweisen und fliesst endlich an den Endigungen derselben mit der Schleimhaut und dem lockern Bindegewebe, das die Bronchien mit dem Lungengewebe vereint, in eins zusammen. In dieser Hülle sitzen die Knorpel der Bronchien, die hier statt Halbringen unregelmässige, auf den ganzen Umfang der Röhren vertheilte, eckige Plättchen sind, die, anfangs noch gross und dicht stehend, bald weiter auseinander an die Abgangsstellen von Aesten rücken und immer kleiner werden, bis sie schliesslich an Bronchien unter 1 mm in der Regel sich verlieren (*Gerlach* will sie noch an solchen von 0,2 mm gesehen haben). Der Bau dieser nicht selten röthlichen Knorpel ist anfangs genau der, wie an den Trachealringen, an den kleineren und kleinsten verschwinden die Unterschiede zwischen oberflächlichen und tiefern Zellen, und wird das Gewebe durch und durch gleichartig, mehr so wie das Innere an den grössern Knorpeln. Die Muskeln treten von den grössten Bronchien an als ringsherumgehende platte Bündel auf, die, mit Ausnahme von ganz alten Leuten, wo grössere und kleinere Zwischenräume zwischen denselben sich befinden, auch eine ganz vollständige Lage bilden, und da sie noch an Aestchen von 0,22 — 0,18 mm von mir beobachtet wurden, wahrscheinlich bis an die Lungenläppchen sich finden. Mit den Muskeln innig verbunden ist die Schleimhaut, die anfänglich noch dieselbe Dicke hat wie in der *Trachea*, allmählich aber sich verfeinert, so dass Bronchien unter 1 mm nur noch eine ganz dünne Gesammtwand haben. Dieselbe besteht überall äusserlich aus elastischen Längsfasern, deren Bündel der innern Fläche der Bronchien das eigenthümliche, längsstreifige Ansehen geben und auch eine mehr oder minder deutliche Längsfaltung der Schleimhaut bedingen, zweitens aus einer gleichartigen Schicht von 4,5 — 6,7 μ, und drittens dem Flimmerepithelium, das in grössern Bronchien bis zu solchen von 2 mm noch deutlich mehrschichtig ist, nach und nach aber in eine einzige Schicht von Flimmerzellen von 13 μ Länge übergeht (Fig. 14. S. 51) und in den feinsten Bronchien von Thieren in Pflasterepithel sich umwandelt.

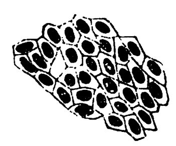


Fig. 334.

(Fig. 334). — Die Bronchien haben anfänglich auch noch und zwar zahlreiche traubenförmige Drüsen, die jedoch an Canälen von 2 — 3 mm sich verlieren, doch will *Remak* dieselben noch in den Wänden der feinsten Bronchien kurz vor ihrem Uebergange in Lungenbläschen gesehen haben (Unters. z. Entw. S. 115).

An den Lungenbläschen kann ich nur noch zwei Lagen annehmen, und zwar eine Faserhaut und ein Epithel. Die erste ist offenbar die sehr verfeinerte Schleimhaut und Faserlage der Bronchien, ermangelt der glatten Muskeln ganz und besteht aus einer gleichartigen bindegewebigen Grundlage sammt elastischen Fasern und vielen Gefässen. Die elastischen Fasern von 1 — 4,5 μ treten vor allem in Form einzelner Balken und Streifen auf, welche besonders an den Kanten der im ausgedehnten Zustande abgeplatteten Luftzellen, sowie um die Mündungen derselben herum verlaufen, von allen Seiten miteinander zusammenhängen und so einen festeren Rahmen bilden, zwischen dem die weichern, die Blutgefässe tragenden, mehr bindegewebigen Theile der Luftalveolen ausgespannt sind. Der Bau dieser elastischen Balken, die da, wo die Lungenbläschen zusammenstossen, gegenseitig verschmelzen, so dass die Grenzen der einzelnen Bläschen meist nicht zu erkennen sind, ist fast überall der eines möglichst dichten elastischen Netzes, dessen Maschenräume nur noch als ganz enge Spalten erscheinen; doch sind hie und da die Fasern auch lockerer vereint, so dass man deutlich erkennt, dass man gewöhnliche elastische Elemente vor sich hat. Auch gehen von den Balken aus überall spärlichere, zum Theil sehr feine elastische Fasern in die übrigen Wände der Lungenbläschen hinein und vereinen sich in denselben zu einem weiten Netze. — Das Bindegewebe der Luftzellen, das als ganz gleichartiges erscheint, tritt vor der Menge elastischer Elemente und Gefässe ganz zurück und kommt so zu sagen nur in den Wänden der Alveolen zwischen den elastischen Balken als Verbindungssubstanz der zahlreichen Capillaren zum Vorschein.

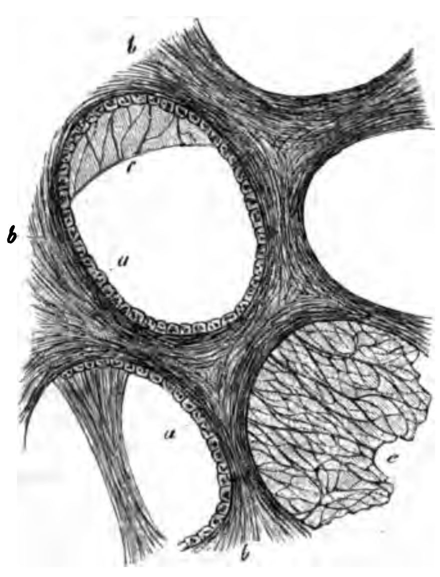


Fig. 335.

Das Epithelium der Lungenbläschen ist vom Menschen noch nicht hinreichend erkannt. Zwar gewinnt man mit Leichtigkeit aus frischen Lungen eine Menge rundlich-eckiger Zellen von 11—15 μ Grösse, die für Epithel der Luftzellen gehalten werden könnten und auch bis vor kurzem von vielen und auch von mir so aufgefasst wurden; da jedoch nach *Henle* und *Eberth* die feinsten Bronchien ein Pflasterepithel besitzen, was ich wenigstens für die Lunge des Kalbes und Hundes bestätigen kann (Fig. 334), so wird diese Deutung zweifelhaft und bleibt beim Mangel aller bestimmten Thatsachen nichts anderes übrig, als sich an die Verhältnisse der Thiere

Fig. 334. Pflasterepithel aus einem feinen Bronchus der Lunge des Hundes. Vergr. 400.

Fig. 335. Ein Lungenbläschen des Menschen mit Theilen der angrenzenden Bläschen. 350mal vergr. *a.* Epithel, *b.* elastische Balken, *c.* zartere Wände zwischen den Balken mit feineren elastischen Fasern.

zu halten. Bei diesen stellen sich nach den Untersuchungen von *Eberth* und seinem Schüler *Elenz* sehr eigenthümliche Verhältnisse heraus, und zwar finden sich hier verschiedene Typen. Bei den nackten Amphibien (Fig. 336) findet sich ein ziemlich regelmässiges, vollständiges Pflaster kernhaltiger, sehr platter Zellen, das jedoch die Eigenthümlichkeit zeigt, dass die in besonderen Ausbuchtungen der Zellen gelegenen Kerne einzig und allein in den Maschen der Capillaren liegen, während die

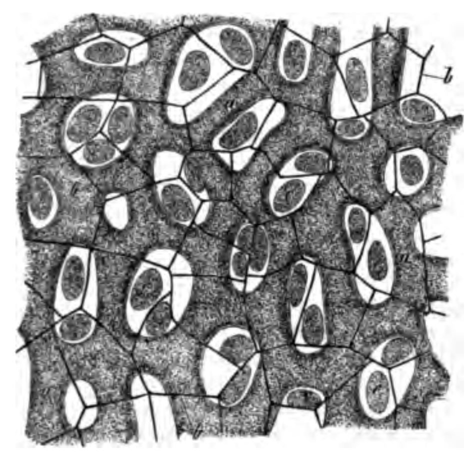


Fig. 336.

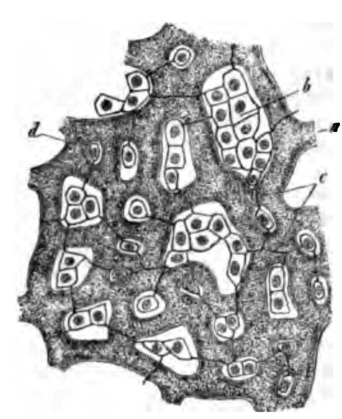


Fig. 337.

platten Theile der Zellen über den Blutgefässen liegen. Bei den Reptilien besteht das Lungenalveolenepithel aus kleinen, kernhaltigen Zellen und grossen, kernlosen, dünnen Platten, und liegen, die ersteren ausschliessend in den Capillarmaschen, die sie jedoch nicht ganz erfüllen. Bei den Säugethieren endlich findet sich dasselbe (Fig. 337), nur sind einmal die kernlosen Platten unregelmässig und entstehen vielleicht z. Th. durch Verschmelzung mehrerer Zellen, und erfüllen zweitens die kleinen Zellen die Capillarmaschen ziemlich vollständig.

Das interlobuläre Bindegewebe der Lunge, das selbst zwischen den secundären Läppchen spärlich und zwischen den primären in verschwindend geringer Menge enthalten ist, besteht aus gewöhnlichem Bindegewebe mit feinen elastischen Fasern und spärlichen Bindegewebskörperchen, und enthält beim Erwachsenen eine grössere oder geringere Menge schwärzlichen Pigments in Form von unregelmässigen kleinen Körnern und Körnerhaufen, auch von Krystallen, welche so zu sagen nie in Zellen eingeschlossen sind. Auch die Wandungen der Alveolen selbst enthalten sehr häufig dieses Pigment, das, wenn es in geringer Menge und regelmässig abgelagert ist, die Umrisse der secundären Läppchen sehr schön und nicht selten auch die der primären theilweise hervortreten lässt.

Der langjährige Streit über das Epithel der Lungenbläschen (die Literatur bis zum Jahre 1862 siehe bei *Henle*, *Splanchn.* S. 281) dauert auch in unseren Tagen noch fort,

Fig. 336. *Epithelium* einer Luftzelle der Lunge des Frosches, durch Silber und Carmin dargestellt. Vergr. 350. *a.* Capillaren, *b.* Epithelzellen, *c.* Kerne derselben, in den Capillarlücken enthalten.

Fig. 337. Lungenepithel von einer erwachsenen Katze aus einer peripherischen Alveole, durch Silber dargestellt. Nach *Elenz*. Vergr. circa 350. *a.* Capillaren, *b.* Inseln kleiner kernhaltiger Zellen in den Maschen des Capillarnetzes, *c.* die über den Capillaren verlaufenden Contouren der grössern, membranartigen Platten, *d.* Zelle, die nur durch Eine Contour mit einer der umliegenden Inseln verbunden ist.

doch darf wohl die Annahme, dass die Lungenbläschen eines Epithels ganz entbehren, als eine überwundene bezeichnet werden. *Eberth* gebührt das Verdienst, zuerst darauf aufmerksam gemacht zu haben, dass das Epithel bei manchen Geschöpfen die Alveolen nicht gleichmässig auskleidet, doch erwies sich seine Aufstellung — obschon von verschiedenen Seiten bestätigt — nicht als vollkommen ausreichend, indem *Elenz* nachwies, dass die Zellenlage in der Gegend der Capillaren keine Lücken besitzt, wie *Eberth* geglaubt hatte, sondern mit kernlosen Zellen oder Zellentheilen auch diese bekleidet, wie diess oben auseinandergesetzt wurde. Neben der Darstellung von *Elenz* machen sich übrigens noch zwei andere geltend, indem einerseits *Colberg* die Alveolen von einer kernhaltigen *Membrana epithelica*, aus verschmolzenen Zellen gebildet, ausgekleidet sein lässt und *Chrzonszczewsky* und *Hirschmann* im älteren Sinne ein ganz regelmässiges, aus gleichartigen kernhaltigen Zellen gebildetes Epithel annehmen. Was mich betrifft, so kann ich für die Lunge des Frosches (siehe Fig. 336) die Angaben von *Elenz* vollkommen bestätigen und bemerke ich noch, dass, wo die Gefässmaschen weiter sind, dieselben auch Zellen enthalten, die nicht über sie hinausgehen, wie diess *Elenz* in seiner Fig. 6 richtig dargestellt hat. Die grösseren Zellen messen beim Frosche 25—35 μ, die kleineren 15—25 μ. Die Säuger anlangend, so hat es mir dagegen nicht gelingen wollen, die Bilder zu sehen, die *Elenz* zeichnet (Fig. 9), vielmehr habe ich hier beim Hunde nur ein ziemlich gleichmässiges Epithel gefunden, das ganz und gar mit dem der feinsten Bronchien (Fig. 334) übereineinstimmte und dessen Zellen alle ziemlich gleich gross (von 9—12 μ) waren, und so viel ich sah, gleichmässig die Alveolen auskleideten. Beim Menschen bin ich auch jetzt nicht weiter als bis zum Nachweis von Epithelzellen von 11—15 μ in den Lungenbläschen gekommen und habe selbst bei Kindern und unter Anwendung des Höllensteins dieselben nicht *in situ* darzustellen vermocht. Die von mir in Fig. 335 gegebene Zeichnung ist allerdings eine theilweise schematische, doch kann ich auch jetzt noch nicht anders als annehmen, dass dieselbe das Epithel, wenn auch vielleicht etwas zu dick, doch im Wesentlichen richtig wiedergibt. – Das Vorkommen von glatten Muskeln in der Wand der Lungenbläschen der Säuger und des Menschen anlangend, so behauptet *Moleschott*, dem *Piso-Borme*, *Hirschmann* und *Chrzonszczewsky* beistimmen, gegen fast alle Forscher, dass solche in der That, wenn auch sehr spärlich, sich finden, wogegen ich immer noch wie früher nichts anderes sagen kann, als dass es mir nicht gelingt, solche Elemente zu sehen, in welcher Beziehung auch *Eberth* beistimmt, der diese Angelegenheit sorgfältig geprüft hat. — Die Wand der Lungenbläschen besteht aus einer gleichartigen Bindegewebsschicht und den elastischen Fasernetzen, und zerfällt mehr weniger scharf in zwei Lagen, von denen die innere äusserst zarte die Capillaren bekleidet und ganz gleichartig ist, während die äussere allein die elastischen Fasern trägt und die Gefässe eingebettet enthält. Bei gewissen Thieren lässt sich die erstere Schicht für sich darstellen, was jedoch beim Menschen nicht der Fall ist, bei welchem dieselbe untrennbar mit der Grundsubstanz zwischen den Blutgefässen und Fasernetzen zusammenhängt. Immerhin ist dieselbe unzweifelhaft die Fortsetzung der oben beschriebenen hellen Grenzschicht der *Mucosa* der *Trachea* und der Bronchien. Von den zahlreichen Kernen, die *Henle* nach Präparaten von *W. Müller* in der Wand der Lungenbläschen beschreibt, sehe ich nichts und halte ich dieselben wie *Eberth* für den Epithelzellen angehörig, die *Henle* läugnet.

§. 173.

Gefässe und Nerven der Lungen. Die Lungen stehen durch ihre Blutgefässe einzig in ihrer Art da, indem sie zwei theilweise gesonderte Gefässsysteme haben, das der Bronchialgefässe zur Ernährung gewisser ihrer Theile und das der Lungengefässe zur Vollziehung ihrer eigenthümlichen Verrichtung. Die Aeste der *Arteria pulmonalis* folgen so ziemlich den meist unter und hinter ihnen liegenden Bronchien, mit dem Unterschiede, dass sie häufiger sich theilen und daher schneller an Durchmesser abnehmen. Schliesslich gelangt zu jedem secundären Lungenläppchen ein Zweig, der dann, im Allgemeinen entsprechend der Zahl der kleinsten Läppchen, in noch feinere Zweige sich spaltet und die einzelnen Luftbläschen versieht. Der Verlauf dieser feinsten Lobulararterien, wie man sie nennen kann, ist an eingespritzten aufgeblasenen und getrockneten Lungen sehr leicht zu verfolgen und

ergibt sich, dass dieselben, indem sie zwischen dem die Läppchen (*Infundibula*) vereinenden Gewebe hinziehen, nicht nur Ein Läppchen, sondern immer zwei oder selbst drei derselben mit feineren Zweigen versehen. Diese dringen von aussen an und zwischen die Luftbläschen, theilen sich, indem sie in den stärkeren elastischen Balken derselben verlaufen, noch mehrfach, verbinden sich auch hie und da, jedoch nicht regelmässig untereinander oder mit Zweigen anderer Lobulararterien, und lösen sich zuletzt in das Capillarnetz der Lungenbläschen auf. Dieses ist eines der engsten Netze, die es nur gibt, beim Menschen nach einem feuchten Stücke bestimmt, mit rundlichen oder länglichrunden Maschen von 4,5—18 μ und Gefässchen von 6,7—11 μ, das ganz oberflächlich in der Wand der Lungenbläschen nach innen von den stärkeren elastischen Balken derselben verläuft und nicht nur über alle Alveolen eines kleinsten Läppchens ohne Unterbrechung sich erstreckt, sondern auch, wenigstens bei Erwachsenen, theilweise mit denen benachbarter Läppchen im Zusammenhange steht. Je nach dem Grade der Ausdehnung der Alveolen sind übrigens die Capillaren gestreckt oder geschlängelt, ja es können dieselben sogar im letztern Falle bei starker, künstlicher Füllung scheinbar schleifenförmig in die Lichtung der Alveolen hervorragen, ohne jedoch wirklich freizuliegen. Die Lungenvenen entstehen aus dem eben erwähnten Capillarnetze mit Wurzeln, die, oberflächlicher als die Arterien, mehr äusserlich an den kleinsten Läppchen liegen, dann für sich zwischen denselben in die Tiefe verlaufen und mit andern Lobularvenen zu grössern Stämmchen sich vereinen, die zum Theil mit den Arterien und Bronchien, zum Theil mehr für sich durch das Lungengewebe ziehen.

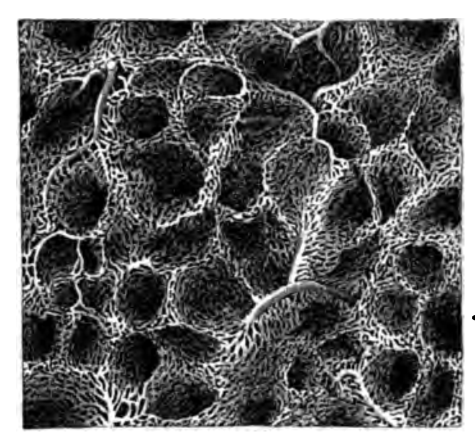


Fig. 338.

Die Ausbreitung der Bronchialarterien findet sich an den grössern Bronchien, deren Gefässe wie in der *Trachea* sich verhalten, an den Lungenvenen und Arterien, von denen namentlich die letzteren ein äusserst reichliches Gefässnetz besitzen, das bis zu Aestchen von $\frac{1}{3}'''$ und darunter sich verfolgen lässt, an den Lymphdrüsen der Lunge, in dem interlobulären Bindegewebe, das sehr reichlich versehen ist (s. *Heale*, S. 62. Fig. B. No. 4 *a* u. *b*), endlich in der *Pleura pulmonalis*, für die die Aestchen zum Theil schon am *Hilus* und in den Einschnitten zwischen den Hauptlappen abgehen, zum Theil auch von den die Bronchien begleitenden Gefässen aus zwischen den secundären Läppchen hervorkommen. Uebrigens gehen auch an den Lungenbändern kleine Gefässe der Brustwandarterien zur *Pleura pulmonalis*, auf die auch *Turner* aufmerksam gemacht hat (*Brit. a. for. med.-chir. Review* 1865). Die *Venae bronchiales* haben einen viel geringeren Verbreitungsbezirk als die entsprechenden Arterien, doch ist derselbe noch nicht mit der wünschbaren Bestimmtheit ermittelt. Immerhin ist so viel sicher, dass das Blut der feineren Bronchien vorzugsweise, wenn nicht ganz durch Wurzeln der Lungenvenen (*Rami bronchiales V. pulm.*) abgeführt wird, und dass die Bronchialvenen mehr nur das Blut der Capillarnetze in den Gefässwänden, der grösseren Bronchien, der Lymphdrüsen und der *Pleura* in der Nähe des *Hilus* der Lunge ableiten.

Die Lymphgefässe der Lunge sind sehr zahlreich. Die oberflächlichen ver-

Fig. 338. Capillarnetz der Lungenbläschen des Menschen, 60mal vergr.

laufen im subserösen Bindegewebe in den Zwischenräumen der grösseren und kleineren Läppchen und bilden ein oberflächliches feineres und ein tieferes gröberes winkliges Netz, das die gesammte Lungenoberfläche überzieht und einerseits durch besondere oberflächliche, mit den Blutgefässen der *Pleura* verlaufende Stämmchen nach der Lungenwurzel sich entleert, andererseits durch viele zwischen den Läppchen in die Tiefe tretende Stämmchen in die tieferen Gefässe einmündet. Diese entstehen von den Wänden der Bronchien und Blutgefässe, namentlich denen der *Arteriae pulmonales*, ausserdem aber auch nach den neuesten an Hunden und Pferden angestellten Untersuchungen von *Wywodzoff* aus den Wandungen der Lungenbläschen selbst, in denen die Lymphräume die Capillaren verschiedentlich kreuzen und in den Maschen derselben Erweiterungen bilden. Die Stämme der Lymphgefässe verlaufen mit den Gefässen und Bronchien durch die Lungensubstanz und durch einige kleine Lymphdrüsen, *Glandulae pulmonales*, nach der Lungenwurzel, um sich schliesslich mit den grösseren *Gl. bronchiales* in Verbindung zu setzen.

Die Nerven der Lungen stammen vom *Vagus* und *Sympathicus*, bilden den schwächeren *Plexus pulmonalis anterior* und den stärkeren *Pl. posterior* und verbreiten sich vorzüglich mit den Bronchien und der *Arteria pulmonalis*, begleiten aber auch hie und da die Lungenvenen und die *Vasa bronchialia*. Dieselben sind auch im Innern der Lunge mit mikroskopischen Ganglien versehen und lassen sich bis nahe an die Enden der Bronchien verfolgen.

Es ist sehr bemerkenswerth, dass ausser den Luftbläschen auch noch einige andere Theile der Lunge von den *Vasa pulmonalia* versorgt werden, und zwar die Lungenoberfläche und die feineren Bronchien. Erstere anlangend, so sieht man schon an nicht eingespritzten Lungen an verschiedenen Orten kleine Aestchen der *Art. pulmon.* an die Oberfläche der Lungen treten und unter der *Pleura* sich verästeln. Schon *Reisseisen* (S.17 beschreibt diese Gefässe und bildet sie recht hübsch ab (Tab. IV. V), und später hat *Adriani* dieselben an eingespritzten Lungen verfolgt und gibt an, dass sie stark gewunden und häufig untereinander verbunden dahinziehen, jedoch bedeutend dicker seien und weitere Netze bilden als die der Alveolen. Das Blut dieser Netze wird einerseits durch oberflächliche Wurzeln der Lungenvenen, andererseits durch Verbindungen mit der Ausbreitung der *Vasa bronchialia* in der *Pleura pulmonalis* abgeführt. Dass die Lungenarterie auch die Bronchien zum Theil versieht, hat schon *Arnold* (Anat. II. 171) angegeben, und *Adriani* verdanken wir genauere Aufschlüsse über diesen wichtigen Gegenstand. Nach demselben betheiligen sich an der Bildung des Capillarnetzes an der Oberfläche der Bronchien, das durch die langgestreckte Form seiner Maschen sich auszeichnet und fast so enge Gefässe hat wie die Luftzellen (beim Menschen von 9—13 μ), vorzüglich die Lungenarterie und Lungenvene, während die Bronchialgefässe besonders die Muskelhaut und Faserhaut dieser Canäle versorgen. Aach *Adriani* und *Rossignol* lassen sich von den *Venae pulmonales* aus die *Arteriae* und *Venae bronchiales*, und von den Bronchialarterien umgekehrt die Lungenvenen injiciren, nicht aber von den Lungenarterien aus die Bronchialgefässe. Neuern Mittheilungen von *Heale* zufolge finden sich in der *Mucosa* der Bronchien zwei ganz getrennte Capillarnetze, eines mit sehr feinen den Bronchialgefässen angehörenden Capillaren und eines mit gröberen Gefässen der *Vasa pulmonalia* (l. c. S. 59. Fig. B. No. 3 Ferner soll die Lungenarterie nach *Heale* gar keine Aeste zu der Bronchialschleimhaut abgeben, vielmehr die Pulmonalgefässe dieser unmittelbar von den Capillaren der Läppchen abstammen und andererseits in Wurzeln der Pulmonalvenen übergehen. Somit wären diese Capillaren ein eigenthümliches Divertikel der eigentlichen respiratorischen Capillaren der Alveolen. Wenn diese Angaben sich bestätigen, so würde der Antheil der feineren Bronchien am Gasaustausche minder erheblich sein als man bisher annehmen durfte. — Wo der Antheil der *Vasa pulmonalia* an der Versorgung der Bronchien sich begrenzt, ist noch nicht ermittelt und kann ich nur mittheilen, dass Bronchien von 0,7 mm Durchmesser noch pulmonale Capillaren besitzen.

Die Untersuchung der Lungen bietet eigentlich nur in Einem Puncte Schwierigkeiten dar, nämlich wenn es sich um das Verhältniss der Lungenzellen zu den Bronchialenden handelt, hier sind dieselben aber auch ganz bedeutend. An frischen Präparaten sieht

man, dass die Lungenzellen vielfach zusammenhängen und auf jeden Fall nicht nur endständig an den Bronchienenden sitzen. Will man das Verhältniss ganz erforschen, so sind aufgeblasene und getrocknete Lungen (es ist besser, an einer aufgeblasenen Lunge ein Ende abzuschnüren und für sich zu trocknen) oder Corrosionspräparate, oder mit ungefärbter Masse (Wachs und Terpentin) gefüllte Lungen am zweckmässigsten, und wird man an diesen nach einer Reihe von Untersuchungen zu einem bestimmten Ziele kommen. Vor der Füllung der Bronchien muss man die Luft durch die Luftpumpe ausziehen, zu welchem Ende man auch, jedoch weniger passend, eine gut schliessende Spritze verwenden oder bei kleinen Thieren die Luft vermittelst einer Glasröhre mit dem Munde ausziehen kann. Die Füllung der Blutgefässe gelingt leicht und sind feucht aufbewahrte, theils mit undurchsichtiger Masse, theils nach dem Vorgange von *Schröder* und *Harting*, mit durchsichtigen Substanzen (Berlinerblau z. B.) eingespritzte Stücke getrockneten vorzuziehen. — Die Lungenbläschen und Bronchien, der *Larynx* und die *Trachea* sind leicht zu erforschen. Epithelien der Lungenbläschen erhält man bei jedem Schnitte durch die Lunge in Menge für sich, ebenso Flimmerzellen. Will man die Alveolen untersuchen, so hat man vorher die Luft sorgfältig zu entfernen. Am schönsten sind dieselben beim Menschen, bei dem auch die übrigen Theile alle, wie Knorpel, elastische Elemente, Muskeln, Drüsen, leicht zugängig sind. Zur Darstellung des Epithels spritzt man am besten nach Entfernung der Luft Höllensteinlösung von $^1/_4$—$^1/_2$% mit oder ohne Leim ein und wendet nachher Carmin zur Färbung der Kerne an. Bei Amphibien ist es zweckmässig, vorher die Blutgefässe durch Durchspritzen von Wasser von dem Blute zu befreien und dann mit farblosem Leim zu füllen. Auch beachte man, dass hier das Silber fast immer transsudirt und neben dem Epithel der Alveolen auch die Epithelien der Capillaren und der *Pleura* die Silberwirkung zeigen. Die dreierlei Epithelien sind jedoch in Grösse und Form der Zellen so verschieden, dass bei einiger Vorsicht keine Täuschung möglich ist.

Literatur der Lungen. *M. Malpighi*, *De pulmonibus epistolae II ad Borellum.* Bonon. 1661; *F. D. Reisseisen*, Ueber den Bau der Lungen, eine gekrönte Preisschrift. Berlin 1822; *J. Moleschott*, *De Malpighianis pulmonum vesiculis.* Heidelb. 1845. *Diss.*; und: Ueber die letzten Endigungen der feinsten Bronchien, in den Holländischen Beiträgen. I. S. 7, und in s. Unters. z. Naturl. VI. S. 385; *Rossignol*, *Recherches sur la structure intime du poumon.* Brux. 1846; *A. Adriani*, *De subtiliori pulmonum structura.* Traj. ad Rhen. 1847. *Diss.*; *H. Cramer*, *De penitiori pulmonum hominis structura.* Berol. 1847. *Diss.*; *Köstlin*, Zur normalen und patholog. Anatomie der Lungen, in Gries. Arch. 1848. Heft IV. S. 292, und 1849. Heft II. S. 167; *E. Schultz*, *Disquisitiones de structura et textura canalium aëriferorum*, *c. tab.* Dorpati Liv. 1850. *Diss.*; *Rheiner*, Die Ausbreit. der Epithelien im Kehlkopf, in Würzb. Verh. III; Beitr. z. Histol. des Kehlkopfes. Würzburg 1852. *Diss.*; *Beale*, *On the bloodvessels of the lungs*, in *Monthly Journ.* 1852. p. 454; *A. Ecker*, *Icon. phys.* Tab. X. XI; *G. Rainey*, *On the epithelium of the aircells*, in *Brit. and for. med.-chir. Review.* Oct. 1855. p. 491; *F. Williams*, *Epithelium of the aircells*, in *Med. Tim. and Gaz.* 1855. p. 361; *A. Biermer*, Die Lehre vom Auswurf. Würzburg 1855; *C. Radclyffe Hall*, *On the epithelium of the air vesicles of the human lung*, in *Brit. and for. med.-chir. Review.* July 1857; *A. T. Houghton Waters*, *The anatomy of the human lung.* London 1860; *Luschka*, Der Bandappar. d. Santor. Knorpel des Kehlkopfs, in *Henle*'s Zeitschr. 1860. XI. 132; *H. J. Halbertsma*, *De lamina mediana cart. thyr.*, in *Versl. en Mededeel. d. K. Ned. Akad. Natuurk.* D. XI. S. 3; *L. le Fort*, *Rech. de l'Anatomie du poumon chez l'homme.* Paris 1859; *Deichler*, in Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. Bd. X. S. 195, und Beitr. z. Histologie des Lungengewebes. Gött. 1861; *Munk*, in d. Deutschen Klinik. 1862. Nr. 8 und *Virch.* Arch. XXIV. S. 603; *Eberth*, Der Streit über das Epithel der Lungenbläschen, in *Virch.* Arch. Bd. XXIV. S. 503, und: Ueber d. feiner. Bau d. Lungen, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XII; *J. N. Heale*, *A treatise of the phys. anatomy of the lungs.* London 1862; *Zenker*, Beitr. zur norm. und path. Anat. der Lunge. Dresden 1862; *E. Wagner*, in Arch. für Heilkunde. 1862. S. 383; *Remak*, in Deutsch. Klinik. 1862. No. 20; *H. Hertz*, in *Virch.* Arch. XXVI. S. 459; *J. Arnold*, Ebendas. XXVII. S. 396, und XXVIII. S. 433; *A. Colberg*, *Obs. d. pen. pulm. struct.* Halis 1863; *N. Chrzonszczewsky*, in Würzb. med. Zeitschr. IV. S. 206, u. *Virch.* Arch. Bd. XXXV. S. 165; *E. Elenz*, Ueber das Lungenepithel. Würzb. 1864, auch in Würzb. nat. Zeitschr.

V. S. 66. mit Nachtrag von *Eberth*; *Wywodzoff*, in Wien. med. Jahrb. XI. S. 3 (Lymphgefässe); *T. Bakody*, in *Virch.* Arch. Bd. XXXIII. S. 264; *G. Piso-Borme*, in *Arch. di Zoologia etc.* Vol. III. 1864 (glatte Muskeln); *H. Hirschmann*, in *Virch.* Arch. Bd. XXXVI. S. 335 (glatte Muskeln); *Koschlakoff*, in *Virch.* Arch. Bd. XXXVI. S. 178 (Lungenpigment); *Dybkowsky*, in den Ber. d. sächs. Akademie. 1866. S. 192 (Lymphgefässe der *Pleura*).

Von der Schilddrüse.

§. 174.

Die Schilddrüse, *Glandula thyreoidea*, ist eine sogenannte Drüse ohne Ausführungsgang, die in ihrer äussern Erscheinung in Manchem an die traubenförmigen Drüsen erinnert, indem ihre 15—110 μ grossen, runden, geschlossenen Drüsenbläschen durch ein faseriges *Stroma* zu rundlichen oder länglichen, oft leicht vieleckigen Läppchen von 0,5—1 mm Grösse, den Drüsenkörnern der Forscher, zusammengefasst werden und diese wiederum zu grösseren, jedoch nicht vollständig getrennten Lappen sich vereinen. Aus diesen gehen dann die Hauptabtheilungen des Organes hervor, welche ebenfalls besondere und zwar stärkere Hüllen haben, mit denen zuletzt eine das ganze Organ umschliessende Faserhaut zusammenhängt.

§. 175.

Bezüglich auf den feineren Bau, so ist von dem Fasergewebe oder dem *Stroma* der Schilddrüse nicht viel zu sagen, indem dasselbe aus gewöhnlichen, sich durchflechtenden Bindegewebsbündeln, untermengt mit feinen elastischen Fasern, besteht und an der Oberfläche auch eine gewisse Menge von Fettzellen enthält. Die Drüsenbläschen selbst verhalten sich in Bezug auf ihre Zusammensetzung beim Menschen so verschiedenartig, dass sich nicht leicht sagen lässt, was eigentlich das Regelrechte ist. Nach dem, was ich gesehen und auch bei Thieren beobachtet habe, muss ich mich dahin aussprechen, dass dieselben, wie die wirklichen Drüsenbläschen, z. B. der Schleimdrüsen, aus einer *Membrana propria*, einem Epithel und einem flüssigen Inhalte bestehen. Die Hülle ist ganz gleichartig, hell und zart, von 1,8 μ und tritt, wie alle solchen Häute, durch kaustische Alkalien, in denen sie aufquillt, deutlicher hervor. An ihrer inneren Seite sitzt in einfacher Schicht ein Epithel aus vieleckigen, feinkörnigen, hellen Zellen von 9—13 μ mit einfachen Kernen, während der von diesen Zellen umgebene Hohlraum von einer klaren, leicht ins Gelbliche spielenden und etwas zähen Flüssigkeit erfüllt wird, deren Verhalten gegen Alkohol und Salpetersäure und beim Kochen der Drüse die Gegenwart von viel Eiweiss klar darthut. So sieht man den Inhalt bei gesunden Schilddrüsen des Menschen, namentlich auch bei Kindern; ist jedoch das Organ etwas verändert, so treten in manchen Beziehungen andere

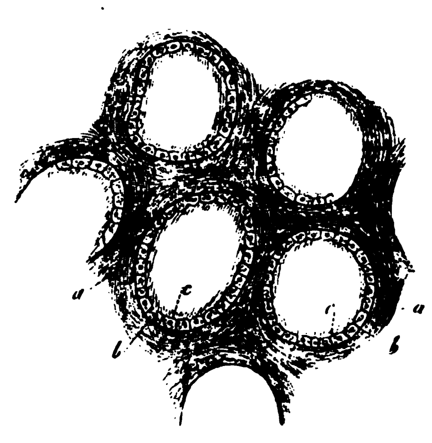


Fig. 339.

Fig. 339. Einige Drüsenblasen aus der Schilddrüse eines Kindes, 250mal vergr. *a.* Bindegewebe zwischen denselben, *b.* Hülle der Drüsenblasen, *c.* Epithel derselben.

Verhältnisse auf. Sehr häufig findet man statt eines regelmässigen Epithels nichts als eine mit kleinen helleren oder dunkleren Körnchen und freien Kernen gemengte Flüssigkeit, doch weiss ich nicht, ob diese Beschaffenheit des Inhalts nicht eher als erst im Tode entstanden, denn als regelwidrig anzusehen ist. Man trifft nämlich so häufig in der körnerreichen Flüssigkeit eine grössere oder geringere Zahl derselben Zellen, die sonst als Epithelium sich finden, oft erblasst und wie halb in Auflösung begriffen, dass man sich des Gedankens nicht erwehren kann, dass es sich in diesen Fällen nur um eine der beim Menschen so häufig zu beobachtenden Zersetzungen der Theile nach dem Tode handle. Dagegen kann die pathologische Natur der unter dem Namen Colloid bekannten Veränderungen der Schilddrüse und ihrer Blasen nicht bezweifelt werden, wenn auch dieselbe in gewissen geringeren Graden so häufig ist, dass manche Forscher sie zu den physiologischen Vorkommnissen zählen. Bei dieser Entartung entwickelt sich in den zugleich sich vergrössernden Drüsenblasen die auch anderwärts vorkommende colloide Substanz in durchsichtigen gleichartigen, leicht gelblichen, festweichen Massen, welche dieselben mehr oder weniger erfüllen. Bei den geringeren Graden dieser Veränderung sind die Bläschen nur wenig vergrössert, bis 110 μ, auf Durchschnitten wie durchsichtige, gelbweisse Flecken oder Körner erscheinend, die *Ecker* passend mit gekochten Sagokörnern vergleicht und sonst von gewöhnlichem Baue. In höheren Graden wandeln sich die colloidhaltigen Bläschen in grössere Blasen von 0,2—1 mm um, in denen das Epithel selten mehr deutlich ist, wohl aber neben dem regelwidrigen Inhalte noch rundliche, blasse, mit Colloid gefüllte oder körnige Zellen und Kerne sich finden können; diese Blasen verdrängen das *Stroma* und fliessen endlich unter theilweisem Schwinden der Wandungen in noch grössere buchtige Höhlungen zusammen, deren Inhalt dann häufig noch durch Blutergüsse und ihre Umwandlungen verschiedentlich verändert wird. — Auch bei Säugethieren und Vögeln enthält die *Thyreoidea* hie und da von Colloid leicht ausgedehnte Drüsenblasen.

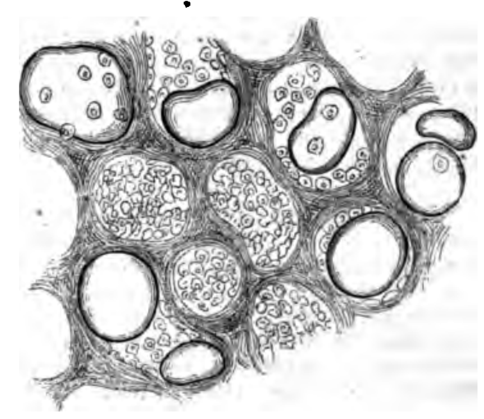


Fig. 340.

Die Blutgefässe der Schilddrüse sind bekanntermaassen unverhältnissmässig zahlreich, zeigen jedoch in ihren gröberen Verästelungen nichts Bemerkenswerthes. Jedes Drüsenläppchen bekommt einige kleinere Arterien, die, in untergeordnete Zweige sich auflösend, im *Stroma* zwischen den Drüsenbläschen sich verbreiten und schliesslich um jedes derselben herum ein zierliches Capillarnetz, ähnlich dem der Lungenbläschen, nur weitmaschiger, mit rundlicheckigen und länglichen Maschen von 18 — 36 μ und Gefässen von 6—11 μ bilden, aus dem dann die Venen hervorgehen, die im weitern Verlaufe nur zum Theil an die Arterien sich halten und an Menge dieselben noch übertreffen. Auch Saugadern kommen in beträchtlicher Zahl von der Schilddrüse, und hat *Frey* dieselben bis zwischen die Drüsenblasen verfolgt, wo sie blind enden. Die spärlichen Nerven endlich sind nur Gefässnerven und stammen vom Halstheile des *Sympathicus*.

Ecker theilt die *Struma*, die bei weitem häufigste Entartung der *Thyreoidea* in eine *vasculosa* und *glandulosa*. In der letzteren gehen die oben schon geschilderten Veränderungen

Fig. 340. Drüsenblasen der *Thyreoidea* mit Colloid. 50mal vergr.

der Drüsenbläschen vor sich, während im Gefässkropfe, den *Rokitansky* nicht als besondere Form ansieht, ausser einem hyperämischen Zustande viele aneurysmatische Erweiterungen kleiner Gefässe meist von 68—90 μ, die *Ecker* für Arterien und gröbere Capillaren hält, gefunden werden. Durch das Bersten solcher Erweiterungen entstehen dann apoplektische Blasen verschiedener Grösse, die sich auf das Mannichfachste verändern können, indem das Blut diese oder jene Veränderungen eingeht, neue Ergüsse und auch Ausschwitzungen dazu kommen, auch gesundes Gewebe in sie hineingezogen wird. Sehr häufig fand auch *Ecker* beim Gefässkropfe eine Verkalkung der Gefässe in der Weise, dass in die Wände der kleineren und kleinsten, erweiterten oder regelrechten Gefässe viele Kalkkörnchen eingesprengt waren, so dass sie ganz weiss erschienen und in den höchsten Graden unwegsam wurden und in kalkhaltige Stränge sich umwandelten. Eine Hypertrophie der *Thyreoidea* durch Vermehrung der gewöhnlichen Drüsenelemente nimmt *Rokitansky* bei einer gewissen Kropfform an, in der Weise, dass theils selbständig, theils in vergrösserten Drüsenblasen, in Wucherungen der Wandungen derselben nach innen, neue Drüsenblasen entstehen.

Bei Untersuchung der Drüsenbläschen der Schilddrüse hat man vor Allem an Thiere, besonders Vögel und Amphibien und an Kinder sich zu halten, und eignen sich mit dem Doppelmesser erhaltene Schnitte oder solche erhärteter Drüsen am besten, um die Blasen in ihren Theilen und in ihrem Verhalten zu einander zu untersuchen, doch gelangt man auch durch sorgfältiges Zerzupfen der Theile zum Ziele. Einspritzungen gelingen bei Kindern sehr leicht und sehr vollkommen, und zeigen an Schnitten von der Oberfläche die Netze um die Bläschen am besten.

Literatur der Schilddrüse. *Schwager-Bardeleben*, *Obs. micr. de glandularum ductu excret. carentium struct.* Berol. 1841. *Diss.*; *Panagiotides* und *K. Wagener*, Einige Beobachtungen über die Schilddrüse, in Fror. N. Not. Bd. XL. S. 193, und *Panagiotides*, *De glandul. thyreoideae structura penitiori.* Berol. 1847. *Diss.*; *A. Ecker*, Versuch einer Anatomie der primitiven Formen des Kropfes etc., in *Henle* u. *Pfeufer*'s Zeitschr. f. rat. Med. VI. Bd. S. 123, und Art. »Blutgefässdrüsen«, in *Wagn.* Handw. d. Phys. III; *Rokitansky*, in Zeitschr. d. Wiener Aerzte. 1847, und: Zur Anatomie des Kropfes, in Denkschr. der kaiserl. Akad. zu Wien. Bd. I. Wien 1849; *E. R. le Gendre*, *De la thyroide, thèse.* Paris 1852; *Kohlrausch*, Beitr. z. Kenntn. d. Schilddrüse, in *Müll.* Arch. 1853. S. 142; *Eulenberg*, Anat.-phys. Unters. über die Schilddrüse, in Arch. d. Ver. f. gem. Arbeit. IV. 314; *Frey*, in Viertelj. der naturf. Ges. in Zürich. Bd. VIII. S. 320.

Von der Thymus.

§. 176.

Die innere Brustdrüse, *Thymus*, ebenfalls eine sogenannte Blutgefässdrüse, ist ein paariges, längliches, nach unten breites, abgeplattetes Organ, das durch ein lockeres Bindegewebe umhüllt und mit den benachbarten Theilen verbunden wird. Sehr deutlich sind an demselben schon bei oberflächlicher Betrachtung grössere Lappen von 4—11 mm mittlerer Grösse und rundlicher, länglichrundlicher oder birnförmiger, jedoch meist abgeplatteter Gestalt, die, obschon ziemlich dicht aneinander gelegen, doch nur durch nachgiebiges Bindegewebe sich vereinen und ohne Schwierigkeit sich trennen lassen. Verfolgt man diese Lappen von aussen nach innen, so ergibt sich leicht, dass dieselben zwar untereinander nicht zusammenhängen, jedoch alle ohne Ausnahme durch einen dünneren Theil mit einem Canale sich verbinden, der im Allgemeinen schraubenförmig gewunden, jedoch nicht ganz regelmässig durch das Innere der Drüse verläuft. Oeffnet man diesen regelrecht 1—3 mm weiten Gang, so findet man an seiner inneren Fläche eine grosse Zahl von länglichrunden oder spaltenförmigen Oeffnungen, welche jede in ein Läppchen führen und einer in derselben befindlichen Höhle den Ausgang geben. Die Aehnlichkeit dieses Thymuscanales und der in ihn sich öffnenden, eines dicht am anderen an demselben an-

sitzenden Läppchen mit dem Ausführungsgange und den *Lobuli* einer wirklichen Drüse wird dadurch noch vermehrt, dass die Läppchen aus kleineren, ebenfalls hohlen Unterabtheilungen, und diese aus rundlichen, 0,4 — 0,7 mm grossen Körpern wie Drüsenbläschen, den Drüsenkörnern (Beeren, *Acini*, der Forscher) der *Thymus* bestehen, welche schon von aussen an den Läppchen zu erkennen sind und wegen ihrer vieleckigen Gestalt der Oberfläche derselben ein zierliches, mosaikartiges Aussehen geben, das an das der Lungen erinnert. Es sind jedoch diese Drüsenkörner keine Bläschen etwa wie die Luftzellen, die ihnen unter den Elementen der ächten Drüsen an Grösse noch am nächsten kommen, sondern ganze Körper, die gegen die Höhlung des Läppchens oder seiner Nebenhöhlen innig zusammenhängen, nach aussen dagegen von einander gesondert sind. Man kann sich jedes Läppchen auch als eine dickwandige, mit Ausbuchtungen versehene Blase denken, deren innere Oberfläche eben und ungetheilt ist, während die äussere durch mehr oder weniger tief eindringende Einschnitte in die erwähnten Drüsenkörner gesondert wird.

Von dem eben beschriebenen Verhalten findet sich in manchen Fällen eine Abweichung in der Weise, dass statt eines engen, die Höhlungen der Drüsenläppchen aufnehmenden Canales, jede *Thymus* eine grössere, 1 — 2 mm breite, jedoch enge Höhle enthält, mit welcher die Drüsenläppchen durch grössere spaltenförmige Oeffnungen zusammenhängen. Manche Anatomen, und unter den neueren namentlich *A. Cooper*, betrachten die Anwesenheit dieser Höhle als natürlich, während andere, *Simon* an der Spitze, dieselbe als durch die Untersuchungsmethode (Injectionen, Einblasen von Luft) erzeugt zu betrachten geneigt sind. Ich für mich muss *Simon* Recht geben, wenn er behauptet, dass bei einem so zarten Gebilde wie die *Thymus*, das Einspritzen oder Aufblasen, wenn nicht mit der grössten Vorsicht gehandhabt, zu Irrthümern führen muss, und bin auch für mich überzeugt, dass viele der beobachteten »*reservoirs*« in der *Thymus* nur künstlich gemachte waren, allein nichts desto weniger bin ich der Ansicht, dass es wirklich *Thymus* gibt, die im Leben eine grössere mittlere Höhle enthalten, indem ich eine solche, durch die ganze *Thymus* oder nur durch einzelne Abschnitte derselben sich erstreckend, auch in Fällen wahrgenommen habe, wo keinerlei Eingriffe vorausgegangen waren. Ich halte das Vorkommen eines engeren mittleren Canales für das ursprüngliche und gewöhnliche,



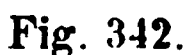


Fig. 342.

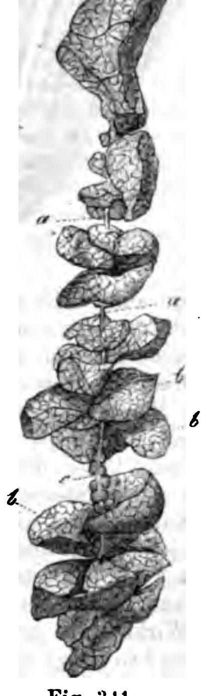


Fig. 341.

Fig. 341. Ein Stückchen der *Thymus* des Kalbes entfaltet. *a*. Hauptcanal, *b*. Drüsenläppchen, *c*. Drüsenkörner vereinzelt am Hauptcanale aufsitzend. Nat. Grösse.

Fig. 342. Menschliche Thymushälfte mit einer grossen Höhle im untern breiten Theile und vielen in die Läppchen führenden Oeffnungen.

glaube aber, dass derselbe in gewissen Fällen bei reichlicher Bildung der Absonderung sich ausdehnen und schliesslich zu einem grossen Hohlraume sich gestalten kann.

§. 177.

Feinerer Bau der *Thymus*. Entfernt man an einem Läppchen das umhüllende Gewebe, das aus gewöhnlichem Bindegewebe mit feinen elastischen Fasern, häufig auch mit eingestreuten Fettzellen besteht, so kommt die äussere, entsprechend den einzelnen Drüsenkörnern eingeschnittene Oberfläche desselben zum Vorschein. Hier zeigt sich nun bei starken Vergrösserungen eine schon von *Simon* ganz richtig beschriebene, sehr dünne (von 1—2,2 μ), undeutlich streifige oder fast gleichartige Hülle, welche einem ganzen Läppchen, ja selbst der ganzen Drüse zusammenhängend angehört und mit der Wand der Follikel der *Peyer*'schen Haufen, der Tonsillen etc. in eine Linie zu stellen ist. Innerhalb dieser Hülle, zwischen ihr und der Höhlung des Läppchens, liegt eine grauweisse, weiche, zarte Masse von 0,3—0,7 mm Dicke, die, mikroskopisch untersucht, aus nichts als aus freien Kernen und kleinen Zellen zu bestehen scheint und desswegen auch von allen bisherigen Beobachtern übereinstimmend als Absonderung der vermeintlichen Drüsenbläschen angesehen wurde. Allein diese Masse lässt sich nicht wegspülen, wie es der Fall sein müsste, wenn sie locker in dem von der zarten Hülle umgebenen Raume drin läge, vielmehr zeigt dieselbe eine bedeutende Zähigkeit. Untersucht man sie genauer, so ergibt sich nach und nach, dass noch andere Elemente zum Theil ganz unerwarteter Art in die Zusammensetzung derselben eingehen, nämlich Blutgefässe und dann auch ein zartes *Reticulum* sternförmiger, zusammenhängender Zellen, so dass ein Bau, nicht unähnlich dem des Inhaltes der *Peyer*'schen Follikel, zu Tage kömmt.

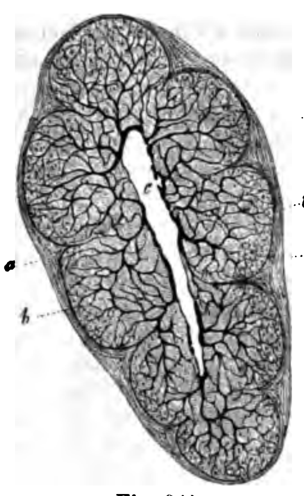


Fig. 343.

Von den Elementen der Wandungen der Thymusläppchen bilden die bläschenförmigen nebst einer geringen Menge einer sie vereinenden Flüssigkeit die Hauptmasse. Unter denselben sind Kerne immer in grosser Anzahl vorhanden, von 4,5—11 μ Grösse, runder, leicht abgeplatteter Gestalt und gleichartigem, klarem, in Natron und Essigsäure körnig sich trübendem Inhalte mit oder ohne *Nucleolus*: es gilt jedoch von diesem Organe dasselbe, was von seinen Verwandten (Lymphdrüsen, Milz u. s. w.), dass, je sorgfältiger man untersucht, um so weniger freie Kerne sich finden, und darf man es mit *His* als sehr wahrscheinlich annehmen, dass auch hier in Wirklichkeit nur Zellen sich finden. Diese nun sind meist klein (von 6,7 μ), ausserdem finden sich auch noch grössere von 9—22 μ in geringer Zahl, deren Kerne häufig mehrfach sind und selbst (*His*) zu 6—8 vorkommen. Der Inhalt der Zellen ist entweder blass oder zeigt einzelne Fettkörnchen oder, und diess will *Ecker* nach vollendeter Ausbildung des Organes gesehen haben, es ist das Innere der Zellen ohne Kern und mit Fett ganz gefüllt. Diese zelligen Elemente nun werden getragen durch

Fig. 343. Querschnitt durch die Spitze eines eingespritzten Läppchens einer kindlichen *Thymus*, 30mal vergr. *a*. Hülle des Läppchens, *b*. Membran der Drüsenkörper, *c*. Höhle des Läppchens, von der aus die grösseren Gefässe in die Körner sich verästeln und an der Oberfläche derselben zum Theil mit Schlingen enden.

ein von *Billroth* zuerst gesehenes und von *His* genauer beschriebenes *Reticulum* sternförmiger Bindegewebskörperchen, das eben sowohl durch die grosse Zartheit seiner Elemente, die Alle kernhaltige Zellen sind, als auch durch seine Dichtigkeit sich auszeichnet, im Uebrigen ganz an die *Reticula* meiner cytogenen Bindesubstanz sich anschliesst. In den Thymusläppchen beginnt dasselbe an der dieselben von aussen umgebenden Bindegewebshülle und zieht sich durch die ganze dicke Wand derselben, die Thymuszellen in seine Maschen aufnehmend, bis zur Thymushöhle oder dem Thymuscanale, um hier eine etwas dichtere Lage wie eine Art innerer Begrenzungshaut zu erzeugen, die jedoch kaum zart genug gedacht werden kann.

Die Blutgefässe der Thymusläppchen verhalten sich insofern ganz eigenthümlich, als sie mit ihren feineren Verzweigungen, ja zum Theil selbst mit ihren Stämmchen, im Innern der dicken Wandungen derselben oder, wenn man lieber will, der Thymuskörner verlaufen. Die aussen und dicht an der mittleren Höhle in der Längsrichtung des Organs verlaufenden Hauptgefässe geben nämlich eine grosse Zahl von Aesten an die mittlere Höhle ab, welche, die Wandung derselben durchbohrend, an ihre innere Oberfläche gelangen und hier in dem vorhin erwähnten zarten, dieselbe auskleidenden Häutchen zierlich sich verästeln, unter einander sich verbinden und auch mässig enge Capillarnetze bilden. Von diesem arteriellen Netze aus ziehen sich dann überall da, wo die Läppchen einmünden, zahlreiche Gefässe in dieselben hinein, verlaufen in den innersten Theilen der dicken Wandungen der Läppchen weiter und verästeln sich dann nach aussen in die einzelnen Drüsenkörner, so dass sie ein diese letzteren ganz erfüllendes Capillarnetz mit Gefässen von 6—11 μ und Maschen von 22—45 μ bilden (Fig. 342), aus welchem Netze dann zahlreiche Venen entspringen, die nach Beobachtungen von *His* Alle gegen die Oberfläche der Läppchen zu streben, an deren Aussenseite, sowie an derjenigen des mittleren Raumes die grösseren ausführenden Blutgefässe liegen. Die feinere Ausbreitung dieser Gefässe liegt beim Menschen so sehr im Innern der Drüsenkörner, dass, auch wenn dieselben aufs Vollständigste aufgegangen sind, kein einziges Capillargefäss an der äussern Seite der structurlosen Umhüllungshaut derselben sich findet.

Der gemeinschaftliche Hohlraum oder Centralcanal der *Thymus* hat denselben Bau wie die Läppchen, nur dass aussen an demselben eine stärkere Faserlage sich befindet und die Wandung minder dick ist und eher stärkere Blutgefässe besitzt. Derselbe enthält in einer in voller Entwickelung befindlichen *Thymus* ebenso wie alle Nebenhöhlen eine grauweisse oder milchige, schwach sauer reagirende Flüssigkeit oft in grosser Menge, in der neben einem hellen, eiweissreichen Safte viele Kerne, einzelne Zellen und unter gewissen Umständen auch concentrische Körper (siehe unten) enthalten sind. Die Lymphgefässe der *Thymus* sind zahlreich, doch war ihr feineres Verhalten bis auf *His* ganz unbekannt. Nach diesem Forscher sind beim Kalbe die stärkeren Blutgefässe, die am Centralcanale verlaufen, durchweg von zwei oder mehr Lymphgefässstämmchen begleitet, welche von jedem Läppchen eine oder zwei Wurzeln beziehen. Verfolgt man diese, so zeigt sich, dass sie bei ihrer weiteren Verästelung im interlobulären Bindegewebe bald ihre Klappen und auch ihre Muskeln verlieren und bald in zartwandige Lymphräume übergehen, die jedoch immer noch einmal so weit sind als die entsprechenden Venenstämme. In diese dicht aussen an den Läppchen gelegenen Lymphräume nun scheinen Röhren von etwa 22 μ einzumünden, die aus der Mitte der kleinsten Läppchen herkommen und ebenso wie die grösseren Gefässe mit Lymphkörperchen ganz gefüllt sind. Von diesen Röhren nun nimmt *His* an, dass sie frei in den Centralraum der Läppchen einmünden, doch gelang es ihm allerdings nicht, diese Vermuthung so festzustellen, als es wünschbar wäre. Immerhin bleibt ihm das Verdienst, Lymphcanäle bis in die dicke Wand der Thymushöhlen hinein verfolgt zu haben, und wird man angesichts der schon von *Hewson* festgestellten und von *His* bestätigten Thatsache, dass die Thymuslymphgefässe sehr viele Lymphkörperchen von derselben Beschaffenheit wie die Zellen der

Thymusgewebes und des Thymussaftes enthalten, es als wahrscheinlich bezeichnen dürfen, dass die Enden dieser Gefässe so gebaut sind, dass sie die Elemente der *Thymus* aufzunehmen vermögen. — Nerven lassen sich an den Arterien der *Thymus* mit Leichtigkeit nachweisen, doch ist über ihre Endigung bis jetzt noch nichts ermittelt.

Ausser den oben geschilderten Elementen finden sich besonders zur Zeit des Schwindens des Organes noch eigenthümliche runde Gebilde, die ich mit *Ecker* concentrische Körper der *Thymus* nennen will. Dieselben erscheinen in sehr verschiedenen Formen, die sich jedoch, wie mir scheint, füglich auf zwei zurückführen lassen, nämlich 1) auf einfache, von 13—22 μ Grösse, mit einer dicken, concentrisch gestreiften Hülle und einer körnigen, bald wie ein Kern, bald wie eine Zelle erscheinenden Masse im Innern, und 2) zusammengesetzte bis zu 90—180 μ Grösse, die aus mehreren einfachen, von einer gemeinsamen, ebenfalls geschichteten Hülle umgebenen Körpern bestehen. Mir scheinen diese Gebilde, die *Hassall* und *Virchow* zuerst erwähnt, *Ecker* und *Bruch* weiter verfolgt haben, nicht durch Umwandlungen der Zellen der Drüse, sondern durch allmähliche Umlagerungen um dieselben zu entstehen und mithin in ihrer Bildungsweise den Prostatasteinen verwandt zu sein. Der geschichtete Theil derselben besteht aus einer Alkalien bedeutenden Widerstand leistenden, sicher nicht fettigen Substanz, die an die colloide Substanz und die Substanz der Prostatasteine sich anschliesst und wahrscheinlich durch Umwandlung des Eiweisses in den Drüsenwänden sich bildet. In gewissen Fällen, und *His* hält diess für die Regel, besteht die geschichtete Masse aus platten Zellen, so dass das Ganze den pathologischen, geschichteten Epidermiskörnern ähnlich würde. Der Sitz dieser concentrischen Körper ist ausser dem Thymussecrete, vorzüglich der innerste Theil der Drüsenwandungen, wo die stärkeren Gefässe derselben sich befinden.

In Betreff der Entwickelung der *Thymus* verweise ich auf meine Mikr. Anat. und Entwickelungsgeschichte, und erwähne hier nur so viel, dass dieselbe ursprünglich einen durchaus aus Zellen gebildeten Strang mit einer zarten Umhüllungsmembran darstellt. Lässt man denselben unter fortgesetzter Zellenvermehrung sich verlängern und verdicken und seitlich knospenartige Wucherungen treiben, so erhält man schliesslich einen mit vielen Lappen besetzten, gewundenen centralen Strang. In diesem so weiter entwickelten Organe können dann durch Veränderungen einzelner Zellen Gefässe und das *Reticulum* entstehen, während ein anderer Theil durch Verflüssigung Höhlen bildet und ein dritter in Form von Zellen als eigentliches Gewebe liegen bleibt. — Bei dieser Auffassung wird es begreiflich, dass Höhlen und Gewebe so sehr verschiedene Beziehungen zu einander zeigen, ferner, dass die Höhlen keine scharf begrenzten Wandungen besitzen. Die vereinzelten, von mir an dem Centralcanale der Kalbsthymus aufgefundenen Follikel, sowie kleine von *Jendrassik* gesehene Nebenthymus des Menschen, betrachte ich als nachträglich abgeschnürte Theile, doch folgt aus dem Vorkommen solcher Theile noch lange nicht, dass die Thymusläppchen für sich bestehende Bildungen sind.

Vergleicht man die *Thymus* mit andern Organen, so bieten sich, wie ich zuerst auf Grund genauerer mikroskopischer Untersuchungen es ausgesprochen habe, worin mir dann später *Leydig*, *Jendrassik* und *His* beistimmten, vor Allem die Lymphdrüsen und verwandten Bildungen dar, doch kann, wie sich von selbst ergibt, von einer vollkommenen Uebereinstimmung nicht die Rede sein.

Die Untersuchung der *Thymus* ist nicht leicht. Ich empfehle vor Allem gekochte Organe, die schon an und für sich sehr gut zur Untersuchung des Zusammenhanges der Lappen mit dem Centralcanale und der Höhlungen in den Läppchen sich eignen und durch Erhärten in Weingeist auch zu feinen Schnitten passend werden. Ausserdem ist das Erhärten frischer Organe in Weingeist, Holzessig, Chromsäure und das Kochen derselben in Essig anzurathen. Auch die *Thymus* kleiner Säuger, die an den Rändern hautartig ist, eignet sich für eine übersichtliche Erkenntniss gut. Ausserdem sind aber vor Allem Einspritzungen der menschlichen *Thymus* unumgänglich nöthig, ohne welche kein vollkommener Aufschluss zu erhalten ist.

Literatur der *Thymus*. *S. C. Lucae*, Anat. Unters. der Thymus im Menschen und in Thieren. Frankf. a. M. 1811 u. 12. 4., und: Anat. Bemerk. über die Divertikel am Darme und die Höhlen der Thymus. Nürnberg 1813. 4.; *F. C. Haugsted*, *Thymi in hom.*

et per ser. anim. descr. Hafn. 1832. 8.; *A. Cooper, Anatomy of the thymus gland.* London 1832. 4.; *J. Simon, A physiological essay on the thymus gland.* London 1845. 4.; *Ecker*, Art. »Blutgefässdrüsen«, in *Wagner's* Handw. der Phys. III, und: *Icon. phys.* Tab. VI; *Restelli, De thymo, obs. anat. phys.-path.* Ticini Regii 1845; *Günsburg*, Ueber die geschicht. Körper der Thymus, in Zeitschr. f. klin. Med. VI. S. 456; *A. E. Jendrássik*, Unters. über den Bau der Thymusdrüse, in Sitzungsber. der Wien. Akad. 1856. Oct.; *A. Friedleben*, Die Physiol. der Thymusdrüse. Frankfurt 1858; *R. Melchior, De struct. gland. thymus.* Jenae 1859. *Diss.*; *His*, Beitr. z. Kenntniss d. z. Lymphsyst. geh. Drüsen, I. Thymus, in Zeitschr. f. wiss. Zool. X. S. 341, und XI. S. 86 u. 164; *Berlin*, in Arch. f. Holländ. Beitr. S. 270.

Von den Harnorganen.

§. 178.

Die Harnorgane bestehen aus den beiden Nieren, zwei wahren Drüsen von röhrenförmigem Bau, welche den Harn bereiten, und aus den ableitenden Harnwegen, dem Harnleiter, der Harnblase und der Harnröhre.

§. 179.

An den Nieren unterscheidet man die Hüllen und das absondernde Gewebe. Zu den ersteren gehört die sogenannte Fettkapsel, *Capsula adiposa*, ein an Fettzellen sehr reiches, lockeres Bindegewebe, das weniger den Namen einer besonderen Haut verdient, und dann die Faserhaut, *Tunica propria s. albuginea*, eine weissliche, aus gewöhnlichem Bindegewebe und vielen feinen, elastischen Netzen gebildete dünne, aber feste Hülle, die die Niere eng umschliesst und am *Hilus*, ohne in das Innere des Organes sich fortzusetzen, an die Nierenkelche und die Gefässe sich anlegt, jedoch auch hier noch theilweise an der hier zu Tage tretenden Rindensubstanz das Nierengewebe dicht umgibt.

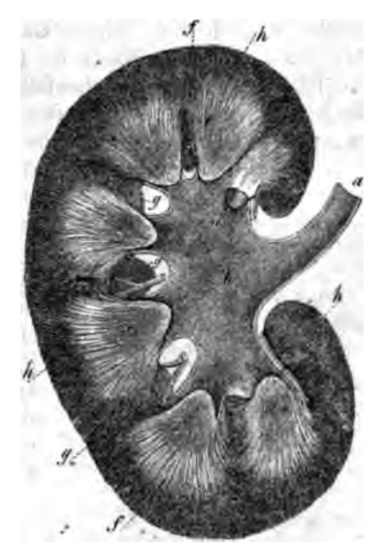


Fig. 344.

Das von der Faserhaut scharf sich abgrenzende Drüsengewebe (Fig. 344) besteht für das blosse Auge aus zwei Theilen, der Mark- und Rindensubstanz, von denen die erstere in Gestalt von 8—15 kegelförmigen, mit ihren Spitzen gegen den *Hilus* geneigten Massen, den *Malpighi*'schen Pyramiden (Fig. 344 *e*), erscheint, jene dagegen (Fig. 344 *h*) die Gesammtrinde des Organes und ausserdem noch zwischen

Fig. 344. Ein Schnitt aus der Mitte der Niere eines Kindes. *a. Ureter*, *b.* Nierenbecken, *c.* Nierenkelche, *d.* Papillen, *a. Malpighi*'sche Pyramiden, *f. Ferrein*'sche Pyramiden, *g. Septa Bertini*, *h.* äussere Theile der Rindensubstanz.

die einzelnen Pyramiden bis zum *Hilus* sich hineinziehende Scheidewände, *Columnae Bertini* (Fig. 344 *g*), bildet und scheinbar ohne Unterbrechung durch die ganze Niere zusammenhängt. Mikroskopisch untersucht, zerfällt jedoch auch die Rinde in ebenso viele Abschnitte, als Pyramiden vorhanden sind, und kann daher die Niere als aus einer gewissen Zahl grosser, jedoch innig zusammenhängender Lappen gebildet angesehen werden. Die Niere des Embryo und des Neugebornen ist wirklich gelappt und sind die Lappen (*Renculi*) durch tiefe Furchen von einander geschieden, die im Laufe der ersten Jahre allmählich verstreichen.

§. 180.

Zusammensetzung der Nierensubstanzen im Allgemeinen. Beide Theile der Niere bestehen wesentlich aus den Harncanälchen, *Tubuli uriniferi*, drehrunden, im Mittel 20—50 μ messenden Röhrchen, welche aus einer gleichartigen *Membrana propria* und einem einschichtigen Epithel bestehen. Dieselben beginnen bei jedem Nierenabschnitte an dem von den *Calyces renales* umschlossenen Theile der Pyramiden, d. h. an den Nierenpapillen als *Ductus papillares* mit 10—25 die Spitzen der Papillen einnehmenden Oeffnungen von 80—400 μ (200—300 μ *Henle*) und verlaufen in den Pyramiden im Allgemeinen gerade, daher sie hier *Tubuli recti* (auch *Belliniani*) heissen. Während dieses Verlaufes theilt sich jeder *Ductus papillaris* vor allem innerhalb der Papille, aber auch in den mittleren und äusseren Theilen der Pyramiden, unter meist sehr spitzen Winkeln und anfangs mit erheblicher Abnahme an Dicke zu wiederholten Malen in je zwei, sehr selten und nur in der Spitze der Papille in je drei Aeste, so dass schliesslich ganze Bündel von feineren Harncanälchen aus denselben hervorgehen und, da die zwei Theilungsäste zusammen immer stärker sind als ihre Stämme, die nach aussen stetig zunehmende Breite der Pyramiden theilweise sich erklärt. Einem anderen und wesentlicheren Theile nach rührt diese Zunahme daher, dass die Pyramiden ausser den geraden Harncanälchen noch viele feinere Harnröhrchen, die von mir sogenannten *Henle*'schen Canälchen, enthalten, die in die Pyramiden tretende Ausbuchtungen gewisser Rindencanälchen sind, jedoch ebenfalls gerade verlaufen wie die *Tubuli recti*. Gegen die Basis der Pyramiden wird der Zusammenhang der beiderlei Harncanälchen durch zwischen denselben auftretende, in ziemlich regelmässigen Abständen verlaufende stärkere Gefässbündel (*Arteriolae et Venulae rectae*) lockerer und treten dieselben auch nach allen Seiten auseinander, so dass an senkrechten Schnitten die Pyramiden im ganzen Umkreise (die Papillen natürlich ausgenommen) in viele kleine Bündel oder Pinsel, die *Ferrein*'schen Pyramiden (*E. H. Weber* und *Arnold*) auszustrahlen scheinen, welchen Theil der Pyramiden *Henle* mit dem Namen der »Grenzschicht« bezeichnet. Die *Ferrein*'schen Pyramiden sind übrigens, soweit sie in der Marksubstanz liegen, wie Querschnitte darthun, durchaus keine besonderen, scharf abgegrenzten Bündel, wohl aber sondern sich

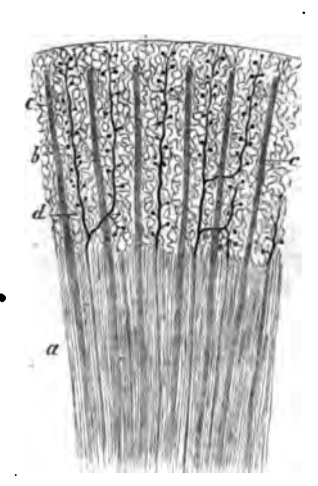


Fig. 345.

Fig. 345. Senkrechter Schnitt der Rinde und der äusseren Lagen der Pyramiden von der Niere des Schafes, 3½mal vergr. *a.* Pyramiden, *b.* Rinde, *c.* Markstrahlen der Rinde, *d.* eigentliche Rindensubstanz, in der *Arteriae interlobulares* mit *Malpighi*'schen Körperchen durch Injection dargestellt sind.

die Canälchen der Pyramiden da zu solchen, wo sie in die Rindensubstanz eintreten, welche Bündel (*Prolongements, Ferrein; Ferrein*'sche Pyramiden, *Arnold* und *E. H. Weber;* Pyramidenfortsätze, *Henle*) ich mit *Ludwig* als **Markstrahlen** bezeiche (Figg. 345 *c*, 346 *a*).

Die **Rindensubstanz** besteht ausser den eben erwähnten Fortsetzungen der geraden und *Henle*'schen Canälchen 1) aus der eigentlichen Rindensubstanz, die wesentlich von sehr zahlreichen, vielfach gewundenen Harncanälchen, den *Tubuli contorti s. corticales*, gebildet wird, und 2) aus den sogenannten *Malpighi*'schen Körperchen oder Nierenkörnern, welche nichts anderes als blasig aufgetriebene Anfänge der Harncanälchen sind, welche im Innern einen Gefässplexus besonderer Art enthalten. Auf den ersten Blick scheint die Rinde der Niere Eine zusammenhängende Masse darzustellen, bei aufmerksamer Beobachtung ergibt sich jedoch leicht, dass die Harncanälchen in säulenförmige, 0,4 — 0,8 mm breite, durch die ganze Dicke der Rinde eine dicht neben der andern sich erstreckende Massen angeordnet sind, die man trotz ihrer nicht vollständigen Abgrenzung von einander doch als *Fasciculi corticales* oder *Lobuli renum* (*Ferrein*'sche Pyramiden der älteren Anatomen) bezeichnen kann. In diesen Rindenläppchen verlaufen die Harncanälchen im Kleinen wie in einem Nierenlappen, so dass man im Innern derselben mehr gerade, in ihrem Umkreise gewundene Canälchen unterscheidet. Verfolgt man die Sache genau, so sieht man, wie die Canälchen der Pyramiden mit je einem dichten Bündel als sogenannte **Markstrahlen** (Figg. 345 *c*, 346) in ein Rindenläppchen eintreten und in der Axe desselben gerade in der Richtung gegen die Oberfläche verlaufen. Bald jedoch biegen sich einzelne und im weiteren Verlaufe immer mehr Canälchen zur Seite, um in die eigentliche Rindensubstanz einzutreten, bis am Ende in einiger Entfernung von der Oberfläche des Organes (oder der Mitte der *Columnae Bertini*) der Markstrahl als zusammenhängende Bildung sich verliert. Es besteht somit jedes Rindenläppchen aus einer Axe mehr gerade verlaufender Harncanälchen, dem **Markstrahle**, und einer dieselbe kappen- oder handschuhfingerartig umgebenden Rinde von **eigentlicher Rindensubstanz**.

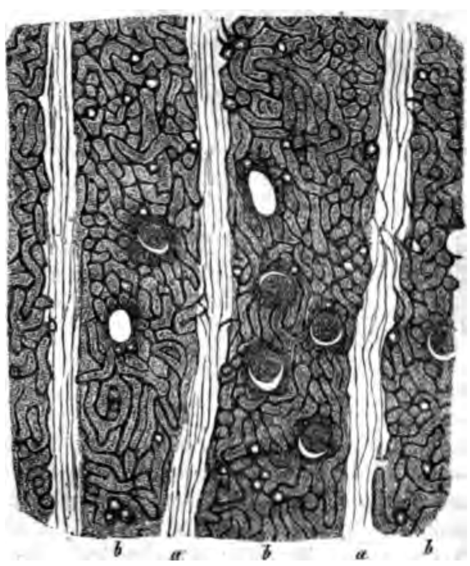


Fig. 346.

Die *Malpighi*'schen **Körperchen**, von denen die Harncanälchen entspringen, liegen in der ganzen Dicke der Rinde des Organes von der Grenze der Pyramiden an bis auf 45 μ Entfernung von der Oberfläche, auch in den *Septa Bertini* bis zum *Hilus* herab, und stehen so zahlreich und im Ganzen auch so regelmässig um die Rindenläppchen herum, dass jeder senkrechte durch die Rinde geführte Durchschnitt immer zwischen zweien derselben einen rothen Streifen dieser Körperchen (Fig. 345) ergibt.

Fig. 346. Ein Theil der Rinde der Schweinsniere im senkrechten Schnitte. Ger. Vergr. *a*. Markstrahlen, *b*. eigentliche Rindensubstanz mit gewundenen Harncanälchen und *Malpighi*'schen Körperchen, an denen 8 sichtbar sind.

In der Regel besteht ein solcher aus einer kleinen Arterie und zwei bis vier von derselben getragenen, jedoch nicht regelmässigen Reihen von Körperchen, von denen die einen mehr zu dem einen, die andern mehr zu dem andern Rindenläppchen in Beziehung stehen. Genauere Aufschlüsse über die Beziehungen der Rindenelemente zu einander geben Schnitte quer auf die Markstrahlen (Fig. 347), welche lehren, dass jedes Rindenläppchen im Allgemeinen von 4 Gefässsträngen (*Art.* und *Venae interlobulares*) umgeben ist und dass die *Malpighi*'schen Körperchen in jedem Querschnitte meist zu 2 — 5 in der zu jedem Markstrahle gehörenden eigentlichen Rindensubstanz gelegen sind. Solche Schnitte lehren aber auch zugleich, dass trotz der regelrechten Vertheilung der *Vasa interlobularia* doch die eigentliche Rindensubstanz durch die ganze Rinde eines Nierenlappens eine zusammenhängende Masse bildet. Es hat daher die Annahme derer, welche der Niere ebenso wie der Leber des Menschen kleinere Läppchen absprechen, eine gewisse Berechtigung; immerhin ist nicht zu vergessen, dass in der Niere die Harncanälchen zweier Läppchen, obschon durch keine Grenzlinien von einander geschieden, doch nicht in der geringsten Verbindung mit einander stehen, während in der Leber die Leberzellen und Gallencapillaren durch das ganze Organ zusammenhängen.

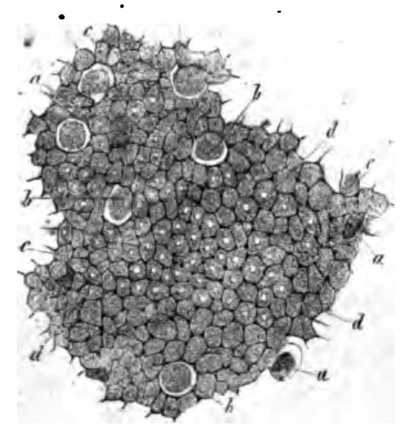


Fig. 347.

§. 181.

Verlauf der Harncanälchen im Besonderen. Nachdem durch *Bowman* der bestimmte Nachweis des Zusammenhanges der *Malpighi*'schen Körperchen mit den gewundenen Harncanälchen gelungen war, von welchem nur einzelne Frühere unklare Vorstellungen gehabt hatten, glaubte man allgemein mit der Kenntniss des Verlaufes der Harncanälchen im Reinen zu sein, und war die gang und gäbe Annahme die, dass die gewundenen Canäle der Rinde einfach in die geraden Röhren der Markstrahlen und Pyramiden sich fortsetzen und, nachdem sie im unteren Theile dieser wiederholt zu zweien sich vereinigt, mit grösseren Stämmchen auf den Papillen in die Nierenkelche ausmünden. Wie an so manchen anderen Orten, so war jedoch auch hier der Abschluss noch nicht gegeben, und ist es das Verdienst von *Henle*, den Anstoss zu einer erneuten Prüfung des betreffenden Organes gegeben und mehrere wichtige neue Thatsachen festgestellt zu haben. Als solche sind zu bezeichnen einmal die Entdeckung von zahlreichen, in den Pyramiden gelegenen schlingenförmig umbiegenden Harncanälchen, den von mir sogenannten *Henle*'schen

Fig. 347. Querschnitt durch einen *Fasciculus corticalis* und die angrenzenden Theile einer von den Venen aus injicirten Schweinsniere. Ger. Vergr. *a. Venae interlobulares*, die hier zu 5 den *Fasciculus corticalis* umgeben, *b. Malpighi*'sche Körperchen, *c.* gewundene Harncanälchen ohne deutliches Lumen, *d.* Harncanälchen mit Lichtung (Sammelcanälchen), die in der Mitte des Fascikels einen zusammenhängenden Strang, den Markstrahl, bilden. Die netzförmigen Linien sind die Capillaren, von denen im Markstrahle besonders Querschnitte sichtbar sind, da die meisten derselben hier der Axe des Fascikels parallel verlaufen.

Röhrchen, und zweitens der genauere Nachweis von Theilungen von Harncanälchen auch im Bereiche der Rinde. Und wenn auch *Henle* in seiner Darstellung des Zusammenhanges der Drüsenelemente der Niere minder glücklich war, so wird er doch immer als der Forscher genannt werden, mit dem eine bessere Erkenntniss des Verlaufes der Harncanälchen den Anfang nahm.

In den wenigen Jahren seit dem Erscheinen der *Henle*'schen Arbeit (1863) bis auf jetzt sind eine solche Zahl von Untersuchungen über den feineren Bau der Niere erschienen, dass es kaum möglich ist, den Antheil eines jeden Forschers an der Gewinnung jeder einzelnen Thatsache zu bezeichnen, und beschränke ich mich auf eine übersichtliche Schilderung dessen, was fremde und eigene Prüfungen über den fraglichen Gegenstand ergeben haben.

Verfolgen wir zunächst an der Hand eines möglichst getreu der Natur nachgebildeten Schema's (Fig. 348), das in mehr weniger ähnlicher Form schon von mehreren anderen Forschern (*Ludwig* und *Zawarykin*, *Roth*, *Schweigger-Seidel*, *Odenius*) aufgestellt wurde, den Verlauf der Harncanälchen übersichtlich, so finden wir folgendes. Die Harncanälchen zerfallen, abgesehen von den *Malpighi*'schen Körperchen, in zwei Hauptabschnitte, von denen der eine von den absondernden, der andere von den ausführenden Canälchen gebildet wird. Die ersteren stehen, nach allem was wir wissen, allein oder bei weitem vorwiegend in Beziehung zur qualitativen und quantitativen Zusammensetzung des Harnes, während die anderen mehr nur einfache

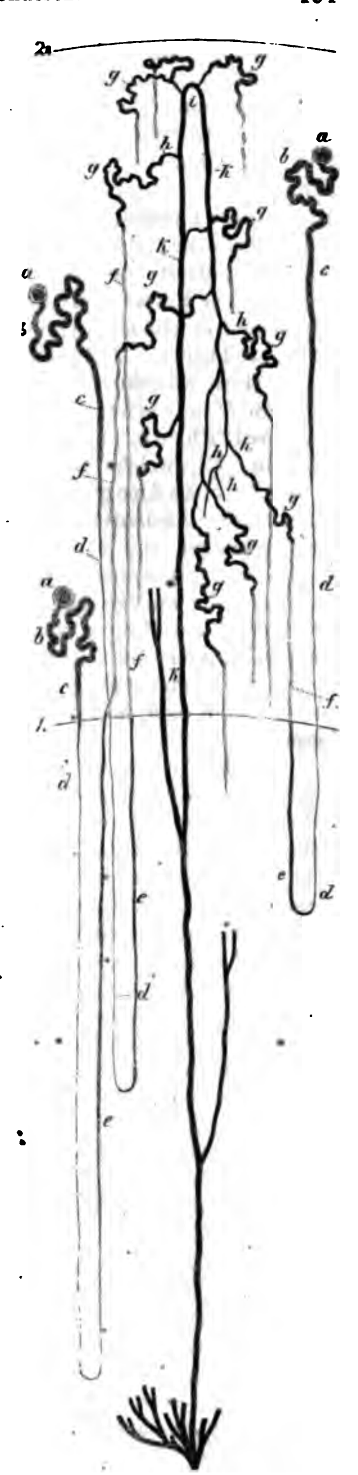


Fig. 348.

Fig. 348. Schema des Verlaufes der Harncanälchen, möglichst getreu nach Injectionspräparaten der Niere des Schweines entworfen. In der Längendimension 6mal und in der Breite der einzelnen Theile 10mal vergr. 1. Grenze der Rinde und des Markes. 2. Oberfläche der Niere. *a*. *Malpighi*'sche Körperchen, *b*. starkgewundener Theil der eigentlichen gewundenen Harncanälchen, *c*. mehr gerader Theil derselben Canälchen, *d*. feine *Henle*'sche Röhrchen, *e*. gröbere *Henle*'sche Röhrchen, *f*. feinste Sammelröhren, *g*. Verbindungscanäle, *h*. Ausläufer derselben, die zu den stärkeren Sammelröhren *k*. der Rinde zusammenfliessen, *i*. Bogen dieser Sammelröhren. In der Rinde ist eine Vereinigung zweier ablaufender Schenkel solcher Sammelröhren (eine Theilung) dargestellt und in den Pyramiden drei Vereinigungen (Theilungen) in den oberen und mittleren Theilen und die erste Verästelung eines *Ductus papillaris*.

Abzugscanäle sind. In jeder Abtheilung finden sich nun aber wieder gewisse Verschiedenheiten von grösserer oder geringerer Bedeutung. So zeigen die absondernden Canälchen einmal stärkere Röhrchen mit dickem, mehr körnigem Epithel, welchen wohl vor Allem die Bildung gewisser Bestandtheile des Harnes zukömmt, und zweitens feine Abschnitte mit inhaltsarmen, platten Zellen, deren Wandungen kaum anders denn als Filter wirken, und bei den ausführenden Canälchen gibt es, obschon alle eine weitere Lichtung und ein helles Epithel haben, doch feinere und stärkere, gerade und gewundene Canäle, Bezirke mit Verästelungen und ohne solche. Einfach anatomisch aufgefasst, bestehen die absondernden Canälchen 1) aus den *Malpighi*'schen Körperchen (*a*): 2) aus den eigentlichen gewundenen Canälchen (*b c*), die wieder in einen stark gewundenen (*b*) und einen mehr gerade verlaufenden Theil (*c*) zerfallen, und 3) aus den *Henle*'schen Schleifen mit einem dünneren Schenkel (*d*) und einem dickeren Theile (*e*), die ich die feinen und dicken *Henle*'schen Röhrchen heisse. Die ausführenden Gänge oder die Sammelröhren zeigen folgende Abschnitte: 1) die dünnsten Sammelröhren (*f*), welche die Fortsetzungen der dickeren *Henle*'schen Röhrchen sind: 2) die Verbindungscanäle (*g*), stärkere, gewundene Röhrchen, welche durch meist feinere Ausläufer (*h*) zu 3) den gröberen Sammelröhren der Rinde (*k*) sich vereinigen und in dieselben einmünden. Von diesen bildet jede in einem Markstrahle eines Rindenfascikels einen langgezogenen Bogen (*i*), dessen Ende mehr weniger nahe an der Oberfläche der Niere liegt. Die ablaufenden Schenkel dieser gröberen Sammelröhren vereinigen sich schon in der Rinde in vielen Fällen unter spitzen Winkeln und setzen sich unmittelbar in die Sammelröhren der Pyramiden fort, in denen sie unter fortgesetzten spitzwinkligen Verbindungen, die am häufigsten in den Papillen sich finden, schliesslich zu den wenigen *Ductus papillares* zusammenfliessen.

Indem wir die *Malpighi*'schen Körperchen, deren Beschreibung bei den Gefässen gegeben werden wird, bei Seite lassen, beginnen wir die genauere Schilderung mit den gewundenen Harncanälchen (Figg. 348 *b c*; 349 *e b*; 350, 1). Diese Röhren sind die längst bekannten unregelmässig gewundenen und geschlängelten Bildungen, von denen man früher glaubte, dass sie die eigentliche Rindensubstanz allein zusammensetzen, und die auch nach den neuesten Erfahrungen als die Hauptbestandtheile derselben erscheinen. Dieselben beginnen jedes mit einer Verschmälerung an einem *Malpighi*'schen Körperchen (Fig. 349 *e*) und bilden stets in der Nähe desselben mit einer unbestimmten Zahl von Mündungen einen bald dichteren, bald lockereren Knäuel, der keine weitere Beschreibung zulässt. Im übrigen sind diese Canälchen ausgezeichnet durch ihren bedeutenden Durchmesser (42—65 *μ* beim Menschen und Schweine), die Enge ihrer Lichtung, die Zartheit ihrer *Membrana propria* und die Grösse und sonstige Beschaffenheit ihres Epithels, und unterliegt es keinem Zweifel, dass sie mit den wichtigsten harnbereitenden Theil der Niere darstellen. Was vor Allem die Epithelzellen dieser Canälchen anbelangt, so sind dieselben äusserst vergängliche und zarte Bildungen und sieht man dieselben nur an ganz frischen Nieren und in den bekannten unschädlichen Flüssigkeiten in ihren natürlichen Verhältnissen als sehr fein- und blasskörnige, von zarten Umrissen begrenzte Zellen, die eine enge Lichtung umgeben. In älteren Nieren, wie sie vom Menschen fast allein zur Untersuchung kommen, dann nach Zusatz von Wasser und anderen schädlichen Flüssigkeiten, findet man die Zellengrenzen und Canallichtungen ausnahmslos verwischt und die gewundenen Röhren ganz und gar mit einem dunkleren und stärker körnigen Inhalte gefüllt, in dem nur die regelrecht vertheilten Kerne noch die ursprünglichen Verhältnisse andeuten (Fig. 350). Sehr häufig sind auch Fettkörnchen in verschiedener Grösse und Anzahl im Epithel dieser Canälchen enthalten, doch kann ich dieselben beim Menschen nur in der Säuglingsperiode als normale Bil-

dungen ansehen, obschon eine geringere Anzahl derselben auch beim Erwachsenen zu den häufigeren Vorkommnissen gehört.

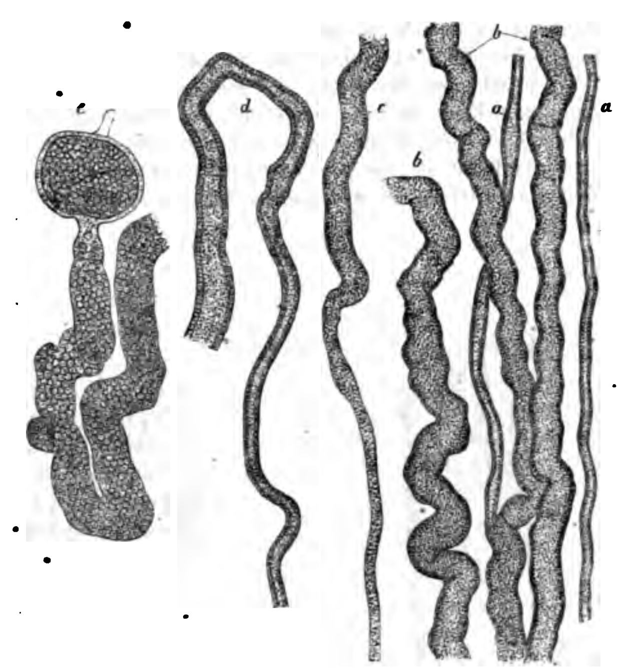


Fig. 349.

Alle gewundenen Canäle gehen nach kürzerem oder längerem Verlaufe in mehr gerade Canäle über (Figg. 348 *c*, 349 *b*), welche, abgesehen von einem etwas geringeren Durchmesser (von 38 — 42 μ), ganz denselben Bau besitzen wie sie, jedoch durch ihre Lage abweichen, indem sie aus der eigentlichen Rindensubstanz heraustreten und an die Oberfläche der Markstrahlen eines jeden Rindenfascikels sich anlegen. Aus diesen

Fig. 349. Harncanälchen der Rinde der Schweinsniere, circa 100mal vergr. Durch starke Salzsäure (1 Th. auf 2 Th. Wasser) dargestellt. *a.* feinste gerade Sammelröhren, *b.* gerade Ausläufer der gewundenen Canälchen, *c.* ein solcher mit Uebergang in ein feines *Henle*'sches Röhrchen, *d.* Uebergang eines feinsten Sammelröhrchens in einen Verbindungscanal, *e.* *Malpighi*'sches Körperchen mit Uebergang in ein eig. gewundenes Harncanälchen.

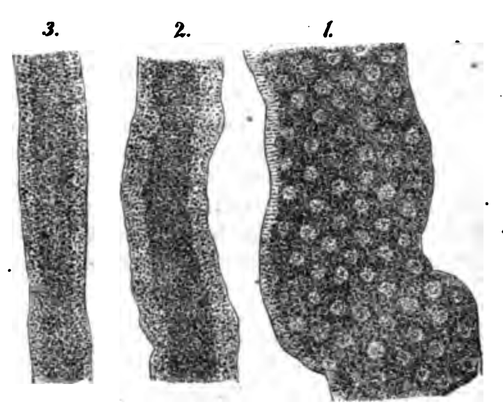


Fig. 350.

Fig. 350. Harncanälchen aus der Rinde der Niere des Schweines, durch Salzsäure dargestellt. Vergr. 400. 1. gewundenes Canälchen, 2. weitere, 3. feinste Sammelröhre.

geraden Enden der gewundenen Canälchen, deren Länge oft eine recht bedeu ist, gehen dann unmittelbar die schleifenförmigen oder die *Henle* Röhrchen, wie ich sie nenne, hervor (Fig. 349 *c*), welche unstreitig ein auffallendsten Bildungen in der Niere darstellen und sowohl vom anatomisch auch vom physiologischen Gesichtspuncte aus die Aufmerksamkeit erregen (348*de*, 351*abcd*). Fasst man das Ganze derselben ins Auge, beachtet man dieselben an ihrem einen Ende in dem dickeren, aufsteigenden Schenkel ode dickeren *Henle*'schen Röhrchen wieder mehr den Bau der eigentlichen *Tubuli torti* annehmen, so erscheint es als das zweckmässigste, dieselben als beso Ausbuchtungen der eigentlich ausscheidenden oder der gewundenen Canälch



Fig. 351.

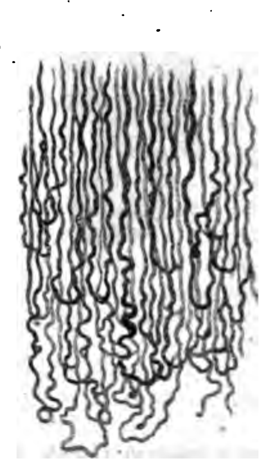


Fig. 352.

weiteren Sinne aufzufassen, welche jedoch durch ihren Bau und Verlauf auf gan sondere Leistungen hinweisen. Die Lage anlangend, so gehören diese Röhrchen Markstrahlen der Rinde und dann den Pyramiden an, und was ihren Verlauf bet so ziehen dieselben bald mehr gerade nach Art der *Tubuli recti*, bald leicht schlängelt dahin und erstrecken sich in den Pyramiden z. Th. bis in die Pap (Figg. 352, 354), z. Th. haben dieselben ihre Umbiegungen höher oben in den leren und oberen Theilen der Pyramiden bis in die Grenzschicht derselben hi Die Zahl der Schleifen ist natürlich derjenigen der *Malpighi*'schen Körper gleich, dagegen übertrifft sie die der *Tubuli recti* in den Pyramiden um vieles, beruht die zunehmende Breite dieser Theile des Organes wesentlich mit auf Vorkommen dieser Canälchen. Ueber ihre Menge im Vergleich zu den *Tubuli*

Fig. 351. Harncanälchen der Pyramiden des Schweines, durch Salzsäure dargest Vergr. 100. *a.* feine *Henle*'sche Röhrchen, *b.* gröbere *Henle*'sche Röhrchen, *c. H le*'sche Schleife, aus einem gröberen Canälchen gebildet, mit Uebergang des einen Sc kels in ein feines *Henle*'sches Röhrchen, *d. Henle*'sche Schlinge, die, gerade umgeke wesentlich von einem feinen Röhrchen gebildet wird, *e.* Sammelröhre.

Fig. 352. *Henle*'s schleifenförmige Canälchen mit Kalkinfarct, aus einer Nie papille des Menschen. Der Schnitt mit *Natr. caust. dil.* behandelt. Vergr. 23.

geben übrigens Querschnitte der Pyramiden (Figg. 353, 354) den besten Aufschluss.

Dem Baue und den Grössenverhältnissen nach lassen sich an den Schleifen zwei Abschnitte unterscheiden, die jedoch nicht genau mit den zwei Schenkeln derselben zusammenfallen, und zwar ein dünnerer und ein dickerer Theil. Der erstere ist die unmittelbare Fortsetzung des geraden Theiles der gewundenen Canälchen und somit mit seinem Anfange in der Rinde gelegen, jedoch 3—4mal dünner (von 9—15 μ beim Schweine und Menschen) und von ganz anderem Baue. Es besitzen nämlich diese dünneren *Henle*'schen Röhrchen (Fig. 355 1.2) eine verhältnissmässig dicke, doppelt contourirte *Membrana propria*, eine weite Lichtung und ein helles, plattes Pflasterepithel, so dass sie von den übrigen Harncanälchen sehr wesentlich abweichen und von den zahlreichen, gerade verlaufenden kleinen Arterien und Venen der Pyramiden nur schwer zu unterscheiden sind. Früher oder später werden diese Canälchen wieder um das doppelte bis dreifache weiter (von 23—28 μ) und stellen nun die dickeren *Henle*'schen Röhrchen (Fig. 355 3) dar, welche im Epithel und Verhalten des Lumens wieder mehr an die *Tubuli contorti* sich anschliessen, nur dass sie das Lumen viel deutlicher zeigen und offenbar ächte, absondernde Canälchen darstellen wie diese. Den Antheil der beiderlei Canälchen an der Bildung der Gesammtschleife betreffend, so finden sich alle Möglichkeiten verwirklicht, so dass einmal jede der beiden Arten von Canälchen einen ganzen Schenkel der Schleife darstellt oder aber die eine oder die andere vorwiegt. Somit gibt es Umbiegungsstellen oder eigentliche Schleifen mit ungleichen Schenkeln (Fig. 348) und solche, die ganz und gar von den dünneren

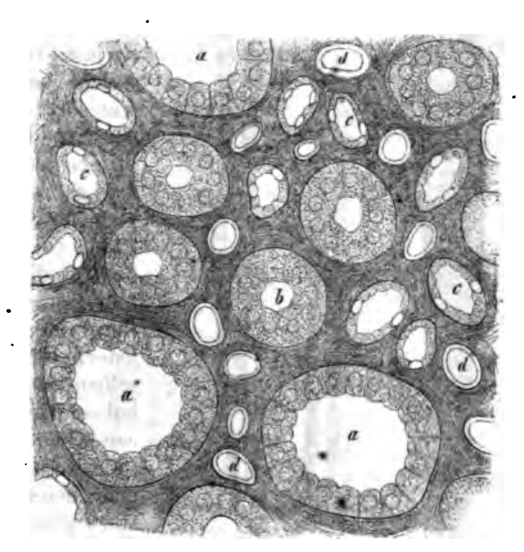


Fig. 353.

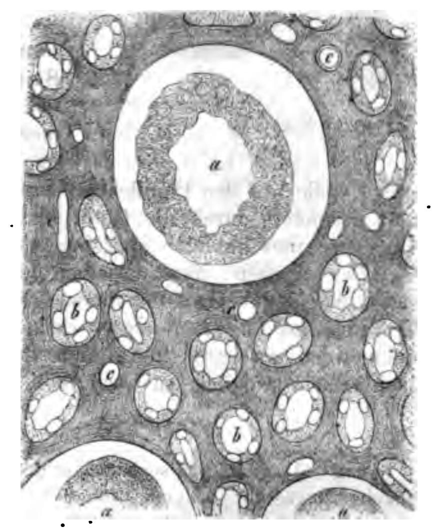


Fig. 354.

Fig. 353. Querschnitt von der Basis einer Papille der Schweinsniere. 400 mal vergr. *a.* grosse Sammelröhren, *b.* stärkere, *c.* schwächere *Henle*'sche Röhrchen, *d.* Gefässe.

Fig. 354. Querschnitt von der Spitze einer Papille der Schweinsniere. Vergr. 400. *a.* Sammelröhren, *b.* feine *Henle*'sche Röhrchen, *c.* Blutgefässe.

oder von den dickeren *Henle*'schen Röhrchen gebildet werden (Figg. 351 *c*, *d*. 355 1. 3).

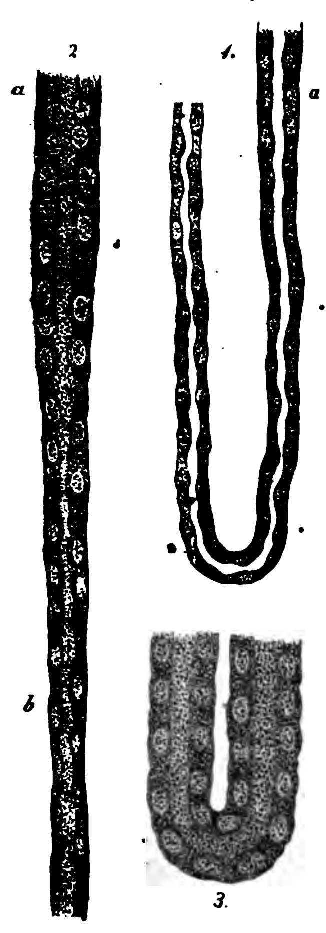


Fig. 355.

Die dickeren Theile der *Henle*'schen Röhrchen, laufen in den Pyramiden bis an die Grenze derselben zurück und setzen sich dann, in der Rinde angelangt, sofort mit den feinsten Sammelröhren (Figg. 348 *f*, 349 *a*) fort, welche so ziemlich denselben Durchmesser haben wie sie, nämlich 19—27 μ, und bündelweise in der Axe der Markstrahlen nach aussen ziehen. Es bleiben jedoch diese feinsten Sammelröhren nicht in der ganzen Länge der Markstrahlen beisammen, vielmehr treten dieselben in allen Höhen der Rinde in die eigentliche Rindensubstanz und gehen hier in die Verbindungscanäle (Figg. 348 *g*. 349 *a*) über. Diese haben im wesentlichen denselben Bau wie die übrigen Sammelröhren, zeichnen sich jedoch durch ihren gewundenen Verlauf vor denselben aus und gleichen in dieser Beziehung in hohem Grade den eigentlichen gewundenen Harncanälchen, mit denen sie auch im Durchmesser (39—46 μ) ziemlich übereinstimmen. Im Allgemeinen sind jedoch die Verbindungscanäle weniger stark geschlängelt und in ihren Biegungen weniger abgerundet, vielmehr häufig wie eckig oder knorrig, auch wohl da und dort mit kleinen Ausbuchtungen besetzt. Die Lage betreffend, so finden sich diese Canäle in allen Theilen der Rinde, und zwar untermengt mit den eigentlichen gewundenen Canälen in den die Markstrahlen umfassenden Mänteln eigentlicher Rindensubstanz, doch liegen die Anfänge derselben nicht selten auch in den Markstrahlen drin.

Die eben erwähnten Verbindungscanäle führen nun zu den stärksten ausführenden oder Sammelröhren. Dieselben stellen im Allgemeinen ein System von geraden, je zu zweien unter meist spitzen Winkeln zusammenfliessenden Röhren dar, die schliesslich mit einer geringen Zahl weiterer Canäle auf den Papillen ausmünden. Früher glaubte man, dass diese Canäle ganz gesondert durch die Rinde verlaufen und erst in den Pyramiden Vereinigungen eingehen; nun hat sich aber im Anschlusse und in Erweiterung der Beobachtungen *Henle*'s ergeben, dass dieselben in der Rinde schon zusammenzufliessen beginnen. Fasst man den Verlauf der Sammelröhren in der Richtung von den Pyramiden gegen die Rinde ins Auge, so ergibt sich, dass jeder *Ductus papillaris* mit seinen Aesten einen reich zweigetheilten Baum darstellt, in der Art jedoch, dass die Zweitheilungen vorzüglich an zwei Stellen sich finden, nämlich am unteren Ende des

Fig. 355. *Henle*'sche Röhrchen aus der Niere des Schweines, durch Salzsäure einzeln dargestellt. Vergr. 400. 1. Schlinge eines feinen *Henle*'schen Röhrchens. 2. Uebergang eines gröberen Röhrchens in ein feineres. 3. Schlinge eines gröberen Röhrchens.

Stammes und an der Krone, d. h. auf die Niere bezogen, in den Papillen und in der Rinde, während die mittleren Theile eine geringere Zahl von Verästelungen zeigen. Die Verästelungs- oder Sammelstellen in der Rinde verhalten sich eigenthümlich. Einmal nämlich zeigen viele in die Rinde eingetretene Sammelröhren innerhalb derselben eine oder zwei spitzwinklige Theilungen ganz nach Art derer des Markes. Zweitens gibt jede Sammelröhre an verschiedenen Stellen des grossen Bogens oder der Arcade, die sie in der Rinde bildet, seitlich Aeste ab, die, meist dünn beginnend, bald zu den Verbindungscanälen anschwellen. Am bemerkenswerthesten sind von diesen Aesten die, die aus der Convexität der Bogen der weiten Sammelröhren entspringen und in der oberflächlichsten Rindensubstanz mit ächten *Tubuli contorti* ein Gewirr gewundener Canälchen erzeugen, und ferner rückläufige Aeste (Fig. 356), die meist aus den tieferen Theilen der weiten Sammelröhren entspringen. Drittens endlich zeigt jede Arcade an ihrem einen Schenkel eine Endtheilung, die ohne Ausnahme in den tiefsten Theilen der Rinde sitzt (Figg. 348, 356) und als wiederholte Zweitheilung sich darstellt.

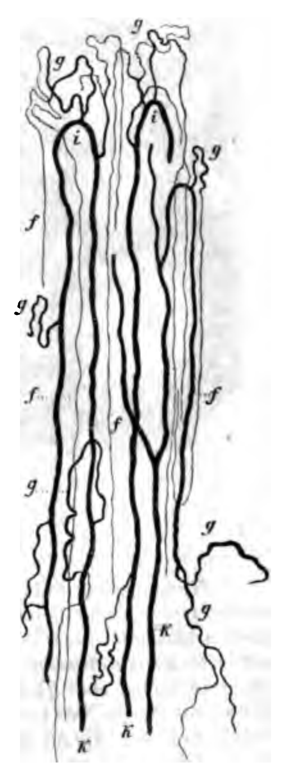


Fig. 356

Ebenfalls reich sind die Theilungen in den Papillen (Fig. 357), so dass sich kaum eine Zahlenangabe machen und nur so viel sich sagen lässt, dass jeder *Ductus papillaris* in unmittelbarer Nähe seiner Mündung in 10—30 Aeste auseinandertritt (s. auch *Henle*, Eingeweidel. Fig. 226). Mehr im Innern der Papille finden sich dann noch weitere Theilungen und fehlen dieselben auch in den mittleren Theilen der Pyramiden und selbst in der Grenzschicht derselben nicht, obschon sie hier seltener sind.

Alle Sammelröhren ohne Ausnahme sind ausgezeichnet durch ein helles, aus gut begrenzten Zellen gebildetes Epithel und ein verhältnissmässig weites Lumen. In den



Fig. 357.

Fig. 356. Sammelröhren der äusseren Theile der Rinde der Schweinsniere, vom *Ureter* aus injicirt, doch sind der Deutlichkeit halber nicht alle eingespritzten Canälchen dargestellt. Vergr. 10. *k*. grosse Sammelröhren der Rinde mit gabelförmigen Theilungen im Verlaufe und bei *i*. Bogen (Arcaden) bildend. An einem Bogenschenkel rechts sieht man die Entstehung desselben aus tief gelegenen Verbindungscanälen. Links ist ein ähnlicher Ursprungsschenkel einer Arcade dargestellt, dessen Anfang jedoch nicht sichtbar war. *g*. Verbindungscanäle, nicht überall gleich aufgegangen oder vielleicht nicht überall von derselben Stärke, *f*. feinste Sammelröhren, die Fortsetzungen der gröberen *Henle*'schen Röhrchen in der Rinde.

Fig. 357. Einige gerade Harncanälchen des Menschen nahe an einer Papille, nach einer Injection von *Hyrtl*. *a*. weiteres Canälchen, *bbb*. Theilungsstellen. Vergr. etwa 10.

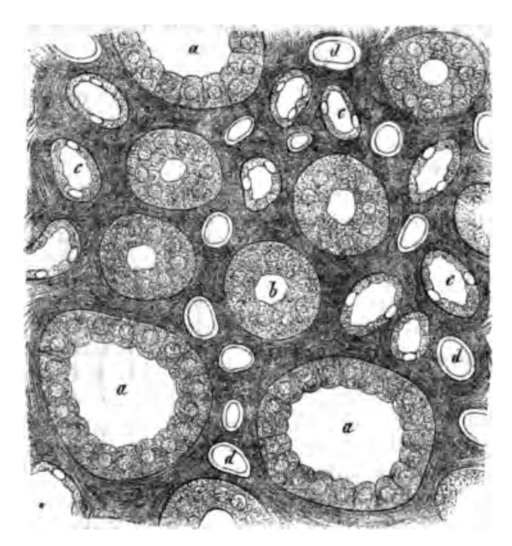


Fig. 358.

kleineren Sammelcanälen, die in der Rinde 42 — 54 μ, in den Pyramiden 50 — 66 μ messen, ist das Epithel pflasterförmig und 8—12 μ dick, gegen die *Ductus papillares* zu werden die Zellen allmählich höher und nähern sich in diesen mehr weniger Cylindern, ohne jedoch beim Menschen so weit ihre Natur zu ändern, wie diess bei gewissen Thieren, z. B. den Nagern, der Fall ist (Fig. 358). Die grosse Mehrzahl Sammelröhren besitzt auch eine *Membrana propria* von mässiger Stärke, gegen die *Ductus papillares* zu verschwindet dieselbe jedoch und findet man an diesen und ihren Hauptästen keine andere Begrenzung des Epithels als die Bindesubstanz des Nierenstromas (siehe unten), wie *Beer* richtig angibt.

Henle's Darstellung des Zusammenhanges der Harncanälchen, wie er denselben nach seinen neuen Untersuchungen auffassen zu müssen glaubte, bleibt, obschon von den Thatsachen überholt, doch immer von Wichtigkeit, um so mehr, als *H.* dieselbe noch nicht entschieden zurückgenommen hat. Nach seiner Auffassung enthält die Niere zwei ineinander eingeschaltete, aber ganz getrennte Systeme von Drüsencanälen. Das eine System beginnt mit einem Netze in der Rinde und hat seinen Abfluss durch die geraden Canälchen der Pyramiden, die an den Papillen ausmünden. Die Röhren des zweiten Systems beginnen in der Rinde blind mit den Kapseln, welche die *Glomeruli Malpighiani* umschliessen, füllen mit zahlreichen Windungen die Maschen des Netzes des ersten Röhrensystemes und senken sich dann in geradem Verlaufe, den geraden Zweigen des ersten Röhrensystemes parallel und zwischen denselben, in die Marksubstanz herab, um höher oder tiefer, bis in die Papillenspitzen herab, je zwei und zwei schlingenförmig in einander umzubiegen, welche Schlingen mithin je zwei *Malpighi*'sche Körperchen mit einander verbinden. Das netzförmige Röhrensystem besitzt in allen seinen Theilen helle, deutlich gesonderte Epithelzellen; die blinden Röhren des zweiten Systemes dagegen haben, soweit als die Schleifen im unteren Theile der Pyramiden enthalten sind, ein helles, plattes Pflasterepithel, höher oben ein mächtiges, körniges, nicht deutlich in Zellen abgetheiltes Epithel. — Mit diesen Annahmen verbindet *Henle* erstens den Nachweis, dass gewisse pathologische Ablagerungen, wie die Kalk- und Fettinfarcte der Papillen und Pyramiden und die Faserstoff- oder Gallertcylinder, wie sie *Henle* aus der *Bright*'schen Niere zuerst beschrieb (Zeitschr. f. rat. Med. I. S. 68), in den schleifenförmigen Canälchen, die Harnsäureablagerungen der Kinder dagegen in den offenen Röhren sich finden, und zweitens die Vermuthung, dass die beiden Systeme eine wesentlich verschiedene physiologische Bedeutung haben und die blinden Canäle der Absonderung des Wassers, die frei ausmündenden dagegen derjenigen der wesentlichen Harnbestandtheile dienen.

Henle's Mittheilungen riefen sofort eine solche Zahl von Arbeiten über den feineren Bau der Niere hervor, dass es in diesem Handbuche ganz unmöglich ist, dieselben einzeln

Fig. 358. Querschnitt von der Basis der Papillen der Schweinsniere. 400mal vergr. *a.* grosse Sammelröhren, *b.* stärkere, *c.* schwächere *Henle*'sche Röhrchen, *d.* Gefässe.

zu zergliedern. Es genüge somit die Bemerkung einmal, dass keiner der spätern Beobachter der *Henle*'schen Annahme von zwei getrennten Canalsystemen sich angeschlossen hat, und zweitens, dass *Ludwig* und *Zawarykin*, dann *Schweigger-Seidel*, *Roth* und *Odenius* diejenigen sind, die meiner Meinung nach die ersten gelungenen Deutungen und Vervollständigungen der von *Henle* gefundenen neuen Thatsachen geliefert haben.

Im Einzelnen gehen übrigens die Darstellungen der zahlreichen Beobachter immer noch weit auseinander, und wird es daher nöthig, die einzelnen Puncte besonders zu besprechen. Vorher erlaube ich mir jedoch die Bemerkung, dass die in diesem Paragraphen gegebene Schilderung und die hier folgende Kritik sich ganz und gar auf neue, eigene Untersuchungen gründet, zu denen vor allem die Niere des Schweines und z. Th. auch die des Hundes als Vorwurf dienten.

Zuerst bemerke ich in Betreff des Nachweises des Zusammenhanges aller Harncanälchen, dass derselbe in verschiedener Weise geliefert werden kann. Eine Methode, die ich gleich nach dem Erscheinen der *Henle*'schen Schrift hervorgehoben habe, ist die der Injection aller Harncanälchen von den Arterien aus, indem Extravasate in die Kapseln der *Malpighi*'schen Körperchen hervorgerufen werden. Gelingt eine solche Injection, so fliesst die Masse, ohne Extravasate im Nierengewebe zu erzeugen, durch die Mündungen an den Papillen ab, doch sind solche Nieren, weil zugleich die Gefässe sich füllen, zu einer genauern Untersuchung der feineren Verhältnisse nicht geeignet, und steht diese Methode den andern nach. Kaum empfehlenswerther ist eine solche Füllung der Harncanälchen von den Arterien aus, wenn feinkörnige Farbstoffe mit Leim eingespritzt werden, in welchem Falle nur der Leim in die Harncanälchen übergeht, indem auch in solchen Nieren die Harncanälchen nicht hinreichend deutlich hervortreten, um in ihrem genauern Verlaufe verfolgt zu werden; immerhin kann auch bei solchen Injectionen das Abfliessen des Leimes aus dem *Ureter* wahrgenommen werden. — Hier bemerke ich übrigens, dass, wenn *Henle* (Anat. II. S. 316 fg.) angibt, dass selbst bei Anwendung gelöster Farbstoffe der Farbstoff von den Capillaren zurückgehalten werde, diess nicht für alle Fälle gilt, indem ich von *Thiersch* von den Arterien aus injicirte Kaninchennieren besitze, in denen der angewendete Carmin ohne Extravasat an vielen Stellen in die gewundenen Harncanälchen übergegangen ist. Dasselbe fand *Chrzonszczewsky* bei seinen natürlichen Injectionen mit Carmin.

Bei weitem die besten Verfahrungsweisen sind die Isolirung der Harncanälchen und die Füllung derselben vom *Ureter* aus. Zur Darstellung der Harncanälchen habe ich nur Maceration von Schnitten der Niere in Salzsäure angewendet, die *Henle* empfohlen und *Schweigger-Seidel* mit so viel Glück verwerthet hat. Ich glaube jedoch vor diesen und andern Vorgängern (*Roth* ausgenommen) dadurch einen Vortheil erlangt zu haben, dass ich eine Salzsäure anwandte, die die Epithelien der Harncanälchen wenig angriff, so dass die Canälchen von denen, die durch Zerzupfen einer frischen Niere zu erhalten sind, wenig abwichen und immer leicht als das, was sie waren, sich erkennen liessen. Ich erreichte diess durch rauchende Salzsäure, die mit 2—3 Theilen Wasser verdünnt war, in 12—24 Stunden, worauf ich die Flüssigkeit noch einmal mit ebenso viel destillirtem Wasser versetzte. An so behandelten Schnitten fallen die Harncanälchen, da die Bindesubstanz, nicht aber die Gefässe, mehr weniger zerstört ist, leicht, meist schon beim Schütteln schmaler Längsstreifen, auseinander, und stellen sich die Uebergangsstellen der verschiedenen Formen von Harncanälchen sammt und sonders, ja selbst mehrere solche Stellen, im Zusammenhange dar. Besonders isoliren sich leicht die *Henle*'schen Schleifen, dann die Verbindungen der gewundenen Canälchen mit den feineren *Henle*'schen Röhrchen und die Uebergänge der dickeren *Henle*'schen Röhrchen in den feinsten Sammelröhren der Rinde sowie die Verbindungen dieser mit den Verbindungsstücken, von den gröberen Sammelröhren der Rinde und der Papillen nicht zu reden.

Noch wichtiger sind Injectionen der Harncanälchen vom *Ureter* aus. Ich habe dieselben an den Nieren des Schweines, Hundes, Schafes, Pferdes und Kaninchens mit dem neuen nicht genug zu rühmenden *Hering*'schen Apparate und mit löslichem nach *Brücke*'s Angaben dargestellten Berlinerblau mit oder ohne Zusatz von Glycerin angestellt und bei einem Drucke von 40—100 mm Quecksilber ausgezeichnete Füllungen der H[illegible]

canälchen erhalten. Die besten Ergebnisse lieferten das Schwein und der Hund. Bei ersterem Thiere gelingt die Füllung aller Sammelröhren bis zu feinsten an frischen Nieren und bei vorsichtig gesteigertem Drucke leicht, und bringt man es auch dazu, einzelne der Rinde nähere Schleifen darzustellen, dagegen ist es mir bis jetzt nie geglückt, alle oder auch nur die Mehrzahl der *Henle*'schen Schleifen, noch auch die gewundenen Canälchen und *Malpighi*'schen Körperchen zu injiciren. Es zeigen jedoch die Versuche von *Ludwig* und *Zawarykin* und von *Hertz* und *Chrzonszczewsky*, dass diess möglich ist; wenn man jedoch liest, dass der letzte Autor in 247 eingespritzten Nieren nur 36 gefüllte *Malpighi*'sche Körperchen fand, so folgt hieraus jedenfalls, dass ein solches Ergebniss zu den grossen Seltenheiten gehört. Bei jungen Hunden von 14 Tagen bis 6 Wochen habe ich dagegen ausnahmslos nicht nur alle Sammelröhren, sondern auch die grosse Mehrzahl der *Henle*'schen Röhrchen und Schleifen bis in die Papillenspitzen herab in prachtvoller Weise gefüllt erhalten (Fig. 359) und auch die Masse in einzelne gewundene Harncanälchen gebracht. Weniger günstig erwiesen sich mir Kaninchen und das Schaf, doch habe ich mit diesen nur einzelne Versuche angestellt, da die andern Geschöpfe sicher bessere Ergebnisse lieferten. Vom Pferde habe ich nur eine Niere eingespritzt, in der nur die Sammelröhren, nicht aber die Schleifen aufgingen.

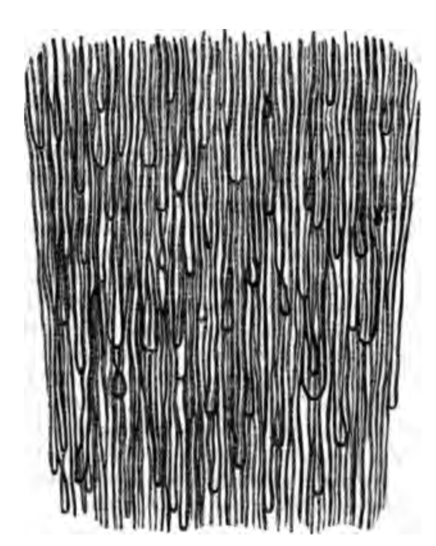


Fig. 359.

Eine letzte Methode ist die von *Chrzonszczewsky* empfohlene natürliche Injection mit Carmin oder Indigocarmin, welche Substanzen in die Venen injicirt werden. Da bei Anwendung von Carmin auch die Blutgefässe den Farbstoff aufnehmen und derselbe nicht sicher ganz aus denselben zu entfernen ist, so empfiehlt sich dieser Farbstoff weniger, dagegen kann ich den Indigocarmin, der einzig und allein in den Harncanälchen sich ausscheidet, nur empfehlen, und gelingt es bei Kaninchen sehr leicht, Füllungen aller Harncanälchen, mit Inbegriff der Schleifen und der *Malpighi*'schen Körperchen, zu erhalten und somit ebenfalls den Nachweis des Zusammenhanges der verschiedenen Canäle zu liefern. Es sind jedoch solche natürliche Injectionen hier wie bei der Leber nie so schön und vollständig wie die künstlichen von den Drüsengängen aus, und somit, da letztere nicht so schwer anzustellen sind, ziemlich entbehrlich.

Zu Einzelnheiten übergehend, erwähne ich zuerst die Theilungen der stärkeren Sammelröhren und betone noch einmal, dass ich, im Widerspruche mit den meisten Beobachtern, beim Schweine solche Theilungen in allen Abschnitten der Pyramiden und auch in der Rinde in verschiedenen Höhen wahrnehme, und zwar sind es in letzterer auch die stärksten Sammelröhren, an denen spitzwinklige Bifurcationen, ganz denen der Pyramiden gleich, da und dort sich finden (Fig. 356). Verästelungen der Harncanälchen der Rinde überhaupt werden übrigens von vielen älteren Autoren (siehe *J. Müller*, *De gland. sec. struct.*) angegeben und ist es wohl unzweifelhaft, dass diesen Angaben z. Th. ganz richtige

Fig. 359. Senkrechter Schnitt aus der Mitte der Pyramide einer vom *Ureter* aus injicirten Niere eines jungen Hundes. Alle deutlich vortretenden feinere Canäle sind stärkere *Henle*'sche Röhrchen, die zahlreiche Schleifen bilden, von denen einige eine Fortsetzung in die feineren *Henle*'schen Röhrchen zeigen, von denen auch sonst einige sichtbar sind. Ger. Vergr.

Beobachtungen zu Grunde liegen; immerhin bleibt es *Henle*'s Verdienst, diese Verästelungen, die seit *Bowman*'s Untersuchungen gänzlich in den Hintergrund traten, von neuem in die Wissenschaft eingeführt zu haben. Schwer zu entscheiden ist, ob neben den Verästelungen der Sammelröhren in der Rinde auch Anastomosen derselben sich finden. Solche Verbindungen erwähnen die älteren Anatomen ebenfalls, und hat noch in den dreissiger Jahren *Cayla*, gestützt auf Injectionen von den Ureteren aus, einmal einen schlingenförmigen Zusammenhang der stärksten Sammelröhren der Rinde in Form von steilen Arcaden und zweitens Netze der von diesen Röhren ausgehenden Aeste abgebildet. Aehnliches meldet *Henle*, und *Chrzonszczewsky* und *Stein* stimmen ihm bei. Wenn ich nun auch jetzt *Henle* gern zugestehe, dass die von ihm gegebenen Abbildungen (l. c. Taf. III. Figg. 23, 24) wirklich auf Harncanälchen zu beziehen sind, so kann ich doch auf der andern Seite nur sagen, dass es mir bis jetzt nicht gelungen ist, Eine einzige Anschauung zu gewinnen, welche auf eine Netzbildung oder auf Anastomosen der Sammelröhren sich hätte beziehen lassen, ja ich kann selbst mit Bestimmtheit behaupten, dass die grossen Arcaden der Sammelröhren der Rinde des Schweines keine solche Verbindungen sind, indem ich ebenso wie *Odenius* (l. i. c. Taf. VII. Figg. I. II) in vielen Fällen bestimmt den einen Schenkel einer solchen Arcade in Endäste sich auflösen sah (Fig. 356). Die Netzbildung der Aeste der Sammelröhren der Rinde anlangend, so habe ich, obschon meine Injectionen, den Abbildungen zufolge zu schliessen, eher vollkommener waren als die von *Henle* und *Chr.*, doch bei der sorgfältigsten Durchmusterung vieler Schnitte nichts von solchen zu finden vermocht, immerhin bin ich nicht gemeint, ein solches Vorkommen entschieden zu läugnen und will ich gern zustimmen, wenn mir Jemand einen beweisenden Fall der Art zu zeigen im Stande ist, nur muss man sich nicht auf Abbildungen, wie die von *Chrzonszczewsky* (l. c. Taf. VII. Fig. 2), berufen, die nichts als Phantasiestücke sind. Eine Beobachtung, die *H.* und *Chr.* zu Gunsten der Netze der feineren Sammelröhren deuten, die nämlich, dass bei Injection der Sammelröhren der Rinde manchmal von einem beschränkten Puncte aus die Injection über weitere Strecken der Rinde sich ausbreite, habe ich bei vielen glücklichen Injectionen nie zu machen Gelegenheit gehabt, auch habe ich nie Nieren gesehen, in denen Harncanälchen der Oberfläche allein ohne die dazu gehörigen Markstrahlen gefüllt gewesen wären, wohl aber habe ich oft wahrgenommen, dass bei guten Injectionen erst nur Puncte an der Oberfläche sich färben, von welchen aus dann die Masse mit grosser Schnelligkeit scheinbar an der Oberfläche weiter schritt; in allen solchen Fällen waren jedoch auch die tieferen Theile gut gefüllt. — Ebenso wie zu den Netzen verhalte ich mich zu den blinden Enden von Harncanälchen, welche die Aelteren ebenfalls erwähnen (s. *J. Müller*, *De gland. secernent. struct.* Taf. XIV.), und von Neueren einzig und allein *Chr.* erwähnt.

Aus den grösseren Sammelröhren der Rinde entspringen mit engeren Canälchen (die *Schweigger-Seidel* als Verbindungscanäle bezeichnet) die Verbindungscanäle von *Roth* (Schaltstücke, *Schweigger-Seidel*), die ich ebenso wie ihre feinen Fortsetzungen in der Rinde, die feinsten Sammelröhren, noch zu den ausführenden Harncanälchen zähle, während *Schweigger-Seidel* dieselben zu den *Henle*'schen Schleifen rechnet. Meine Gründe sind die, dass die beiderlei Canäle dasselbe helle Epithel und breitere Lumen besitzen, wie die gröberen Sammelröhren, Thatsachen, die *Schweigger-Seidel* auch nicht unbekannt geblieben sind. Die Verbindungscanäle sind übrigens in ihrem Durchmesser, Verlauf und der Zahl der Windungen sehr wandelbare Bildungen, und hebe ich gewissen anderen Schilderungen und schematischen Abbildungen gegenüber hervor, dass dieselben in allen Tiefen der Rindensubstanz vorkommen, ferner, dass sie bald fast gestreckt verlaufen, bald so stark geschlängelt und zusammengeknäuelt sind, wie die ächten *Tubuli contorti*, endlich dass ihre Weite durchaus nicht immer die der an sie grenzenden Sammelcanäle erheblich übertrifft. — In Betreff der an diesen Verbindungscanälen bei gewissen Thieren mehr weniger häufig wahrzunehmenden kleinen Ausbuchtungen, die schon *Henle* gesehen, schliesse ich mich ganz an *Schweigger-Seidel* an.

Von den *Henle*'schen Schleifen erwähne ich zuerst, dass *Chrzonszczewsky* ohne allen Grund deren Entdeckung *Ferrein* zuschreibt, der an dem bekannten Orte im Texte nichts von solchen erwähnt und auf Taf. XV. Fig. 5. L. M. einfach Windungen (*inflexions*) der geraden Harncanälchen, aber keine Spur ächter Schleifen abbildet. Der einzige, der vor *Henle* offenbar Schleifen der Harncanälchen in den Pyramiden gesehen und

abgebildet hat, ist *Hassall* (Mikr. Anat. Pl. LVIII. Fig. 1 und Pag. 428, 429), doch gelangte er nicht dazu, dieselben richtig zu deuten, und gebührt unstreitig *Henle* das Verdienst, diese auffallenden Bildungen zuerst genauer beschrieben zu haben. Die feinen Röhrchen der Pyramiden, die diese Schleifen bilden, sind übrigens schon lange bekannt (*Eysenhardt*, *De structura renum*. Berol. 1818; *Henle*, Allg. Anat.; *Todd-Bowman*, *Phys. anat.* u. s. w.) und haben schon *Eysenhardt* und *Todd-Bowman* dieselben auf Querschnitten dargestellt, jedoch wurden dieselben bis auf *Henle*'s neueste Untersuchungen allgemein als Aeste der weiteren Sammelröhren aufgefasst.

Das Vorkommen der schleifenförmigen Harncanälchen anlangend, so kann es, wie die Sachen jetzt liegen, als ausgemacht angesehen werden, dass *Henle*'s Beschreibung im Wesentlichen richtig ist und dass solche Schleifen nicht nur in den oberen Theilen der Pyramiden, sondern massenhaft auch weiter unten bis in die Papillenspitzen vorkommen. Schon durch nicht zu starke Salzsäure isolirte Harncanälchen, deren Epithel noch kenntlich ist, lassen hierüber keinen Zweifel, wozu dann noch kommt, dass die Injection der Schleifen auch in den Papillen vom *Ureter* aus, *Ludwig* und *Zawarykin*, *M. Schultze* und *Odenius* und *mir*, gelungen ist. Da ich solche Schleifen nun auch bei Hunden massenhaft injicirt habe, so nehme ich meine frühere Annahme zurück, dass dieselben in Nieren von Säugern mit nur Einer Pyramide fehlen, auch haben viele andere nach *Henle* dieselben auch in den Nieren kleinerer Säuger gesehen. — Mit Bezug auf das genauere Verhalten der *Henle*'schen Röhrchen an der Bildung der Schleifen stimmen meine Erfahrungen ganz mit denen von *Schweigger-Seidel* mit Ausnahme des oben Erwähnten, dass ich die Fortsetzungen der stärkeren *Henle*'schen Röhrchen in die Rinde schon zu den Sammelröhren zähle.

Die feinen *Henle*'schen Röhrchen gleichen Blutgefässen sehr bedeutend, und ist an Salzsäurepräparaten und an Querschnitten die Unterscheidung in der That oft sehr schwierig. Die besten Merkmale derselben sind die *Membrana propria* und die Ablösbarkeit des Epithels. Die stärkeren Blutgefässe der Pyramiden bestehen aus einer dünnen Adventitia und einem Epithel, und haben somit einen ähnlichen Bau, allein ich habe nie gesehen, dass dieses Epithel sich abgelöst hätte, auch bildet dasselbe eine dünnere Lage als an den *Henle*'schen Röhren. Alle feineren Blutgefässe der Pyramiden haben den Bau der Capillaren, d. h. sie bestehen einzig und allein aus dicht vereinten, sehr platten Zellen und ist eine Verwechslung der feineren *Henle*'schen Röhren mit diesen Canälen nicht schwer zu vermeiden.

Die *Henle*'schen Schleifen sind eine der auffallendsten Einrichtungen im Bau der Niere und braucht man nur einmal eine gute Injection derselben gesehen zu haben, um die Gewissheit zu erlangen, dass die physiologische Bedeutung derselben nicht gering sein kann. Die Zahl dieser Canälchen ist eine ungemein grosse, denn dieselbe beträgt je das Doppelte derjenigen der *Malp.* Körperchen. Meinen Beobachtungen beim Schweine zufolge geht jeder grössere in die Rinde eintretende Sammelcanal in 12—16 Endäste aus, und da diese Canäle in der Regel in der Rinde auch noch ein- selbst zweimal unter spitzen Winkeln sich theilen, so kann die Menge der Endäste selbst das Doppelte bis Dreifache der angegebenen Summe betragen. Jedem Endaste entsprechen zwei *Henle*'sche Röhrchen, und ist somit die Zahl derselben 30—60 mal und noch mehr grösser als die der Sammelröhren in der Grenzschicht der Pyramiden. Physiologisch ist besonders der lange Weg durch enge Röhrchen zu betonen, den das Secret zu durchlaufen hat und zweitens zu beachten, dass die feineren und gröberen *Henle*'schen Röhrchen, entsprechend ihrem verschiedenen Epithel, wahrscheinlich jedes eine besondere Leistung haben. Auch die pathologische Anatomie gewinnt durch die Erkenntniss dieser Bildungen neue Gesichtspuncte zur Erklärung der Störungen in verschiedenen Gegenden der Niere.

Die vergleichende Anatomie der Nieren anlangend, so vergleiche man von neueren Arbeiten die von *Hyrtl*, *Hüfner* und *Mecznikow*.

§. 182.

Malpighi'sche Körperchen oder Nierenkörner. Einen sehr eigenthümlichen Bau besitzen die *Malpighi*'schen Körperchen, die als erweiterte An-

fänge der gewundenen Harncanälchen anzusehen sind und einen dichten, rundlichen Gefässplexus, den *Glomerulus Malpighianus*, enthalten, dessen Bau im nächsten Paragraphen erörtert werden soll. Dieselbe *Membrana propria*, welche die Harncanälchen umschliesst, bekleidet etwas verdickt (von 1—1,8 μ) auch diese Körperchen (Fig. 360 *c*), und was das Epithel anlangt, so ist sicher, dass die Innenfläche der ge-

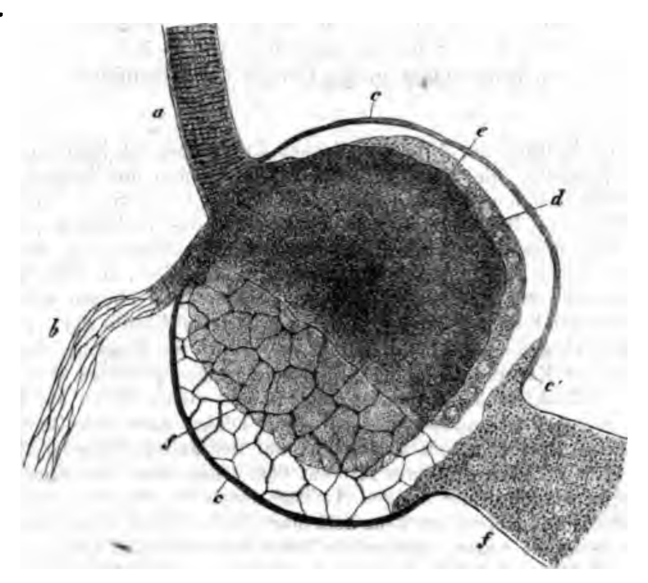


Fig. 360.

nannten Membran, die auch die *Müller*'sche **Kapsel** heisst, von einer einfachen Lage sehr platter, polygonaler Zellen ausgekleidet ist (Fig. 360 *f*). Zweifelhaft ist dagegen immer noch, ob auch der Gefässknäuel selbst ein Epithel besitzt; ich glaube jedoch nach neu aufgenommenen Untersuchungen für die Säugethiere der Ansicht mich anschliessen zu müssen, welche annimmt, dass auch der *Glomerulus* einen vollständigen Ueberzug eines dickeren, einfachen Pflasterepithels besitze (Fig. 360 *d*).

Von jedem Nierenkorn entspringt ein einziges gewundenes Harncanälchen (Figg. 349, 360, 363), und zwar setzt sich dasselbe in der Regel verschmälert mit einer Art kurzen Halses an der entgegengesetzten Seite der zu- und abtretenden Gefässe an das Körperchen an. Dasselbe dicke, körnige Epithel, das überhaupt die *Tubuli contorti* auszeichnet, findet sich auch noch in dem erwähnten Halse und endet dasselbe

Fig. 360. *Malpighi*'scher Körper aus einer von den Arterien mit Höllenstein von ½ % injicirten Schweinsniere. 400mal vergr. *a. Vas afferens* mit durch das Silber bezeichneten Grenzen der Muskel- und Epithelzellen, *b. Vas efferens*, an denen nur der Anfang Muskelzellen besitzt, *c.* Epithel der Kapsel durch Silber gefärbt im Profil, *c'.* Stelle der Kapsel, wo das Epithel nicht gefärbt ist, *d.* kernhaltige körnige Lage auf dem *Glomerulus*, denselben etwa halb bedeckend (Epithel desselben?), *e. Glomerulus*, durch das Silber dem grösseren Theile nach dunkelbraun gefärbt, *f.* Epithelzellen der Kapsel, von der Fläche gesehen, *g.* abgehender *Tubulus contortus*, dessen Epithel eine Strecke weit in die Kapsel eingedrungen ist.

scharf abgeschnitten da, wo die Kapsel beginnt und ohne Uebergänge in das platte Epithel der Kapsel zu zeigen. Da das entspringende Harncanälchen nur ein sehr enges Lumen besitzt und auch die *Malpighi*'schen Körperchen wenigstens bei Säugern von dem *Glomerulus* und dem Epithel fast ganz ausgefüllt zu denken sind, so folgt, dass hier keine nennenswerthen Räumlichkeiten zur Aufnahme des aus den *Glomerulis* Abgesonderten sich finden.

Die Grösse der *Malpighi*'schen Körperchen schwankt beim Menschen zwischen 130 — 220 μ, beim Schweine zwischen 180 — 350 μ, und stehen im Allgemeinen die grösseren Körperchen an der Grenze der Pyramiden.

In Betreff des Epithels der *Malpighi*'schen Körperchen ist jetzt eine Thatsache mit Bestimmtheit festgestellt, die nämlich, dass die Innenwand der Kapsel ein sehr zartes Pflasterepithel besitzt, indem *His* und *Roth* (siehe *Roth*, l. i. c. S. 31. Taf. II. Fig. 7) dasselbe nach Injection von Höllenstein in die Arterien auf das deutlichste dargestellt haben. Ich kann dieses Ergebniss für das Schwein vollkommen bestätigen (Fig. 360), und fand ich hier die Zellen 20 — 30 μ gross. Auch durch Einlegen der Nieren in Silberlösung ist dieses Epithel nachzuweisen, wie *Chrzonszczewsky* meldet, und ebenso stellt sich dasselbe auch ohne Silberanwendung an feinen Schnitten erhärteter Nieren dar, wie schon andere Beobachter diess wahrgenommen, und gelingt es, selbst die Elemente desselben abgelöst einzeln innerhalb der Kapseln zu treffen. Viel schwieriger gestaltet sich die Frage nach dem Epithel des Gefässknäuels. Sicher ist, dass in sehr vielen Fällen auf demselben keine Spur von Zellen zu sehen ist und begreift sich somit leicht, dass viele Beobachter, und so auch *Henle*, dieses Epithel gänzlich läugnen, auf der andern Seite ist aber auch sicher, dass in andern Fällen Zellen grösserer Art auf dem *Glomerulus* vorkommen. Diese Zellen hatte ich im Auge, als ich in der vorigen Auflage dieses Handbuches aussprach, dass ich zwischen *Glomerulus* und Kapsel nur Eine Zellenlage finde, da mir damals die platten Zellen der Kapsel nicht bekannt waren, und solche Zellen finde ich auch bei neu aufgenommenen Untersuchungen mit Silber durch die Arterie eingespritzter und in Alkohol erhärteter Nieren, und habe ich Fälle gesehen, wo eine solche Schicht die Hälfte und selbst den ganzen *Glomerulus* bekleidete (Fig. 360). Doch bin ich bei diesen Beobachtungen auch auf eine Quelle der Täuschung aufmerksam geworden, die es gut ist zu kennen. Es dringt nämlich nicht selten an erhärteten Nieren das Epithel der gewundenen Harncanälchen in die Kapseln ein und breitet sich in dem Zwischenraume zwischen Kapsel und *Glomerulus* aus, so dass in manchen Fällen eine hautartige Lage entsteht, die das eine Ende des *Glomerulus* trichterartig umfasst. So entstehen Bilder, die ein Epithel des *Glomerulus* vortäuschen, und wird es im einzelnen Falle schwer, zu einem sicheren Entscheide zu gelangen. Zwei Umstände namentlich sind es, die mich trotz dieser Verhältnisse doch in der Ueberzeugung bestärken, dass der *Glomerulus* sein besonderes Epithel besitzt, und diese sind, einmal, dass neben solchem eingedrungenen Epithel des Harncanälchens scharf begrenzte und fest ansitzende Epithellagen auf dem *Glomerulus* gesehen werden, wie Fig. 360 einen Fall der Art zeigt, und zweitens, dass die Epithellage des *Glomerulus* in gewissen Fällen ringsherum und bis an die Gefässstämmchen desselben geht.

Unterstützt wird diese Auffassung einmal durch die vergleichende Anatomie, indem *V. Carus* schon vor langer Zeit bei männlichen Tritonen ein Epithel des *Glomerulus* sicher nachgewiesen hat (Fig. 361), und zweitens durch die Entwickelungsgeschichte, indem *Remak* gefunden hat, dass die *Malpighi*'schen Körperchen durch Einstülpung der Enden der gewundenen Harncanälchen durch die wuchernden Gefässe, die einer Schleimhautpapille verglichen werden können, entstehen. In der That hat auch *Schweigger-Seidel* bei einem 6monatlichen menschlichen Foetus bestimmt ein doppeltes Epithel des Nierenkornes gesehen (l. i. c. Taf. III. Fig. *D*) was ich für junge Rindsembryonen von $2^1/_2''$ bestätigen kann, bei denen das Epithel des *Glomerulus* anfänglich aus schönen cylindrischen Zellen besteht und eine Lage von 12 μ Dicke darstellt. Da es *Schw.-S.* jedoch nicht gelang, bei Erwachsenen eine solche Zellenlage zu finden, so neigt er sich der Ansicht zu, dass dieses Epithel später unkenntlich werde, ähnlich wie diess seiner Ansicht nach in den Lungenalveolen der Fall sei. In dieser Beziehung habe ich zu bemerken,



Fig. 361.

dass der *Glomerulus*, wenn nicht von grösseren Zellen, sicherlich unbekleidet ist, denn derselbe zeigt in allen Fällen, in denen die obenerwähnte Schicht fehlt, eine einfach zarte Linie als Begrenzung, in der Silber in keinem Falle Zellenumrisse aufdeckt.

Der neueste Autor, *Chrzonszczewsky*, stimmt im Wesentlichen mit dem, was ich oben anführte, überein, und will das doppelte Epithel ganz deutlich an Schnitten gefrorener Nieren wahrgenommen haben. In der Fig. 3 auf Taf. VIII seiner grösseren Arbeit, die einen mit Essigsäure behandelten Schnitt darstellt, deute ich einen Theil der Zellen in der Kapsel als eingedrungenes Epithel des Harncanälchens, die am *Glomerulus* selbst sitzenden Zellen aber als das innere Epithel.

Die von *Bowman* im Halse der *Malpighi*'schen Körperchen des Frosches und in den Anfängen der Harncanälchen entdeckte Flimmerbewegung mit Richtung des Stromes gegen den *Ureter* ist leicht zu bestätigen, wenn man Zusatz von Wasser vermeidet. Dieselbe fehlt bei Vögeln (*Gerlach* glaubt dieselbe einmal beim Huhne gesehen zu haben) und Säugethieren, und wurde auch in zwei von mir besonders auf diesen Gegenstand untersuchten Hingerichteten vermisst, dagegen findet sich dieselbe auch bei Schlangen, bei Salamandern, *Triton*, *Bombinator*, *Bufo* und sehr schön bei Fischen, ebenso nach *Remak* und *mir* in den wie Nieren gebauten Primordialnieren von Eidechsenembryonen, in den beiden letzten Fällen auch in den von den *Malpighi*'schen Körperchen entfernteren Harncanälchen. Beim Frosche finde ich nach neueren Beobachtungen die Wimpern von colossaler Länge und alle so umgeschlagen, dass sie in der Längsrichtung des Harncanälchens stehen, Erfahrungen, die, unabhängig von mir, auch im Laboratorium von *Stricker* in Wien gemacht wurden. Nach *Mecznikow* besitzt übrigens der Frosch jenseits der gewundenen Canälchen noch eine zweite kurze Stelle, die ebenfalls flimmert.

§. 183.

Gefässe und Nerven. Die grosse Nierenarterie theilt sich im Nierenbecken in eine gewisse Zahl von Aesten, die, nachdem sie die im *Hilus* gelegenen Theile versorgt haben, über und unter den Nierenvenen in die zwischen den Pyramiden gelegene Corticalsubstanz (die *Columnae Bertini*) eintreten. Von hier aus verlaufen dieselben unter wiederholten Theilungen hart an der Grenze der beiden Nierensubstanzen weiter, so dass im Umfange jeder Pyramide eine in der Regel nur von zwei grossen Arterien abstammende zierliche Verästelung, jedoch ohne Verbindungen der einzelnen Aestchen, entsteht. Aus dem der Rindensubstanz zugewendeten Theile derselben entspringen mit grosser Regelmässigkeit, meist unter rechtem Winkel, kleinere Arterien, die nach einigen oder mehrfach wiederholten Theilungen in feine, 135—220 μ weite Aestchen sich spalten, die zwischen den Rindenfascikeln oder Läppchen geraden Weges nach aussen verlaufen und am passendsten *Arteriae interlobulares* heissen (Fig. 362 *ai*). Sie sind es, welche die *Malp*. Körperchen tragen und, eine gewisse Zahl zu den Hüllen des Organes tretende Ausläufer, die ich *Rami capsulares* heisse,

Fig. 361. *Malpighi*'sches Körperchen aus der Niere eines männlichen *Triton taeniatus* nach *V. Carus*, vergr. *a*. Samencanälchen, *b*. Harncanälchen, *d*. *Vas afferens*, *e*. *Vas efferens*, *g*. Gefässschlingen des *Glomerulus*, *f*. Epithel, das den *Glomerulus* überzieht.

abgerechnet, **ganz in der Bildung der Gefässknäuel derselben aufgehen.** Es gibt nämlich jede Interlobulararterie in ihrer ganzen Länge nach zwei, drei oder vier Seiten eine grosse Zahl feiner Zweigelchen von arteriellem Baue und 18 — 45 μ ab, die nach kurzem Verlaufe entweder unmittelbar oder nach einmaliger Theilung die Hülle eines *M.* Körperchens durchbohren und als *Vasa afferentia* der Gefässknäuel derselben erscheinen. Ein jeder von diesen (Figg. 363, 364) besteht aus einem dichten Knäuel feiner Gefässchen von

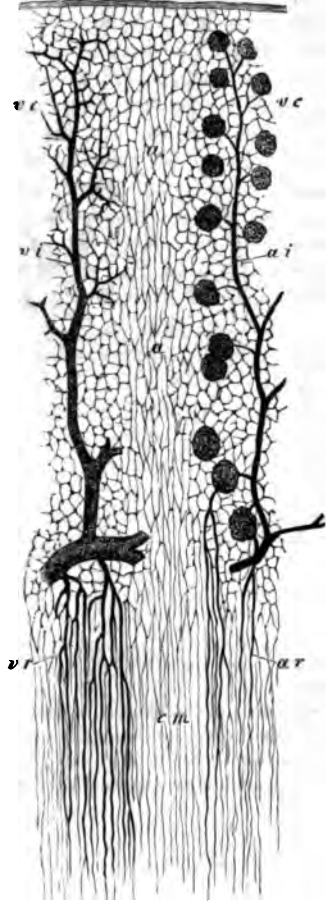


Fig. 362.



Fig. 363.

9 — 18 μ Durchmesser und dem gewöhnlichen Baue der Capillaren, und besitzt ausser der zuführenden Arterie auch noch ein ableitendes Gefäss, das *Vas efferens*. Die Art und Weise, wie diese zwei Gefässe mit einander in Verbindung stehen, ist nicht die gewöhnliche, wie bei Arterien und Venen, sondern wie bei den sogenannten bipolaren Wundernetzen, indem das *Vas afferens* gleich nach seinem Eintritte in fünf bis acht Aeste und jeder dieser in ein Büschel von Capillaren

Fig. 362. Gefässe der Rinde und der angrenzenden Theile in der Niere des Kaninchens. Ger. Vergr. *vi. Vena interlobularis*, *vr. Venulae rectae*, *vc.* venöse Capillaren. *ai. Arteria interlobularis*, *Malpighi*'sche Körperchen tragend, *ar. Arteriolae rectae*, d. h. *Vasa efferentia* zweier *Glomeruli*, *a a.* arterielle Capillaren, dem Markstrange angehörend. in *cm.* die Capillaren der Pyramiden sich fortsetzend.

Fig. 363. Aus der Niere des Menschen nach *Bowman*. *a.* Ende einer *Art. interlobularis*, *b. Arteriae afferentes*, *c.* nackter *Glomerulus*, *d. Vas efferens*, *e. Glomeruli* von den *Müller*'schen Kapseln umhüllt, *f.* von denselben entspringende Harncanälchen. Vergr. 45.

sich spaltet, welche vielfach gewunden und durcheinander geflochten ohne Netzbildung verlaufen und schliesslich in eben der Weise, wie sie sich bildeten, wieder zu einem Stämmchen sich vereinen. In der Regel treten die beiden Stämmchen des *Glomerulus* nahe beisammen und gegenüber dem Ursprunge des Harncanälchens aus und ein, und ohne Ausnahme finden sich die feinsten Gefässchen derselben von 6,7—9 μ, gewissermaassen die Umbiegungsschlingen, gerade da, wo das Harncanälchen beginnt. Von den niederen Wirbelthieren nahm man früher nach dem Vorgange *Bowman*'s an, dass ihre *Glomeruli* aus einem einzigen vielfach gewundenen Gefässe bestehen, es zeigte jedoch *Hyrtl*, dass dieselben bei den Plagiostomen, Chimären, Stören und Cyclostomen ebenso gebaut sind, wie beim Menschen und den Säugern, und wird es daher nöthig, die übrigen Geschöpfe von Neuem zu untersuchen. Uebrigens sagt auch *Bowman* nicht, dass die *Vasa afferentia* bei den Vögeln und Amphibien nie sich theilen, sondern nur, dass sie diess »selten« thun.

Die *Vasa efferentia*, obschon aus Capillaren sich zusammensetzend, sind noch keine Venen, sondern der Bedeutung und zum Theil dem Baue nach kleine Arterien, die erst im weiteren Verlaufe in das Capillarnetz der Niere sich auflösen, welches in der Rinde und in den Pyramiden seinen Sitz hat, und an beiden Orten ein etwas verschiedenes Verhalten zeigt. Am erstern Orte (Fig. 362) lösen sich die 9—18 μ dicken *Vasa efferentia* nach kurzem Verlaufe in ein sehr reiches Netz 4,5—9—13 μ weiter Capillaren auf, welches in erster Linie als arterielles Capillarnetz mit länglichen Maschen die Canälchen der Markstrahlen umspinnt und dann unmittelbar in ein zweites Netz etwas weiterer Capillaren sich fortsetzt, das mit rundlich eckigen, 11—33 μ weiten Maschen die gewundenen Canälchen von allen Seiten umgibt und weil aus demselben die Venenwurzeln entspringen, als venöses Capillarnetz bezeichnet werden kann. Von diesem Verhalten machen nur die ausführenden Gefässe der zunächst an die *Malpighi*'schen Pyramiden angrenzenden *Glomeruli* eine Ausnahme, indem dieselben, die regelmässig durch ihren bedeutenderen Durchmesser (von 22—35 μ) sich auszeichnen, nicht in der Rinde, sondern in den Pyramiden sich ausbreiten und durch ihren langgestreckten Verlauf und ihre im Ganzen spärliche Verästelung sich auszeichnen. Dieselben (Fig. 362 *ar*, 364 *ef*), die ich mit *Arnold Arteriolae rectae* nennen will, dringen nämlich im ganzen Umfange der Pyramiden gerade zwischen die *Bellin*. Röhrchen ein, laufen unter wiederholten spitzwinkligen Theilungen und allmählich bis zu 9—22 μ verschmälert gegen die Papillen herab und gehen schliesslich in diesen und auch im Innern der Marksubstanz — am letzten Orte entweder mit ihren Enden oder durch rechtwinklig abgehende Zweigchen — in die 6,7—9 μ messenden Capillaren dieser Region über, die durch ihre geringere Zahl und die langgezogene Form der Maschen ihres Netzes dem arteriellen Capillarnetze der Rinde gleichen und auch an der Grenze der Pyramiden unmittelbar mit demselben oder den Capillaren der Markstrahlen verbunden sind.

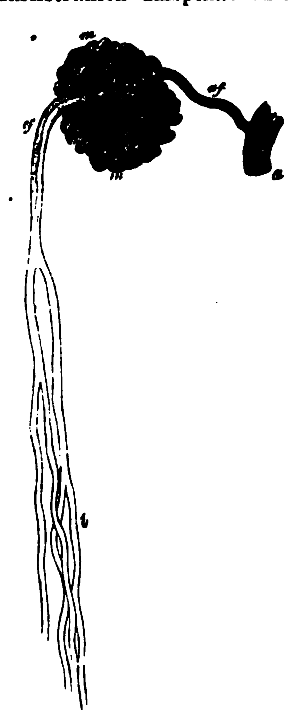


Fig. 364.

Fig. 364. *Glomerulus* aus dem innersten Theile der Rinde der Niere des Pferdes nach *Bowman*. *a. Art. interlobularis*, *af. Vas afferens*, *m m. Glomerulus*, *ef. Vas efferens sive Arteriola recta*, *b.* Theilungen derselben in der Marksubstanz. Vergr. 70.

Die Nierenvenen beginnen an zwei Orten, nämlich an der Oberfläche des Organs und an der Spitze der Papillen. Dort sammeln sich aus den äussersten Theilen des Capillarnetzes der Rinde kleine Venenwürzelchen, welche zum Theil regelmässig die einzelnen Rindenläppchen umgeben und zwischen denselben sternförmig (*Stellulae Verheynii*) zu etwas grösseren Wurzeln zusammentreten, zum Theil auch über mehrere oder viele Läppchen sich erstreckend, zu stärkeren Stämmchen sich ansammeln. Beiderlei Venen treten dann als *Venae interlobulares* in die Tiefe, verlaufen mit den gleichbenannten Arterien zwischen den Rindenfascikeln weiter, um, wenn sie durch Aufnahme noch vieler anderer Venenwürzelchen aus dem Innern der Rinde, die aus dem die gewundenen Harncanälchen umgebenden Capillarnetze sich bilden, sich verstärkt, unmittelbar oder zu etwas grösseren Stämmchen geeint unter meist rechten Winkeln in die grössern Venen überzugehen. Diese liegen neben den grösseren Arterien am Umfange der Pyramiden, hängen durch Anastomosen unter einander zusammen (*Henle*) und führen schliesslich in grosse, wie alle Nierenvenen klappenlose Venen, die. in einfacher Zahl neben den Arterien gelegen, wie diese die Nieren verlassen. Vorher nehmen dieselben jedoch noch ausser denen der *Columnae Bertini* die Venen der Pyramiden (*Venulae rectae*) auf, die mit einem hübschen, die Oeffnungen der Harncanälchen an den Papillen umgebenden Netze, zum Theil auch mit Schlingen, d. h. in unmittelbarer Verbindung mit den Enden der *Arteriolae rectae*, beginnen, im Aufwärtssteigen zwischen den *Tubuli recti* durch zutretende Würzelchen sich verstärken und mit den Arterien der Pyramiden (den *Vasa efferentia* der innersten *Glomeruli* oder den *Arteriolae rectae*) zu stärkeren, in der Grenzschicht der Pyramiden gelegenen Gefässbündeln geeint, durch eine gewisse Zahl stärkerer Stämmchen in die bogenförmig die Pyramiden umziehende stärkere Venenverästelung einmünden. Das Venennetz an der Oberfläche der Papillen hängt übrigens nicht nur mit den *Venulae rectae*, sondern auch mit den Venen der *Calyces renales* in Verbindung und stellt so ein Zwischenglied zwischen den äusseren und inneren Venen dar.

Die Gefässe der Nierenhüllen entspringen zum Theil von der *Art. renalis* vor ihrem Eintritte in den *Hilus* und von den Nebennieren- und Lendenarterien, zum Theil sind dieselben Aeste der *Arteriae interlobulares*, welche, nachdem sie die *Malpighi*'schen Körperchen versorgt haben, hie und da mit feineren und gröberen Ausläufern, den von mir sogenannten *Rami capsulares*, noch an die fibröse Hülle gelangen und ein weitmaschiges Capillarnetz in ihr erzeugen, das auch mit dem der sogenannten *Capsula adiposa* zusammenhängt.

Die Saugadern der Niere haben *Ludwig* und *Zawarykin* beim Hunde genauer verfolgt und hat sich ergeben, dass das Innere der Niere und auch die Hülle reich an solchen Gefässen sind. Im Innern ist es vor allem die Rinde, in der vielfach anastomosirende Lymphräume alle gewundenen Canälchen unmittelbar umgeben, d. h. zwischen den Blutgefässen und den Harncanälchen enthalten sind. Spärlich sind solche Lymphbahnen in den Markstrahlen der Rinde, und im Marke kommen dieselben fast nur innerhalb der Gefässbüschel der *Vasa recta* vor. Die Lymphräume der Rinde führen zu ähnlichen Räumen in der Faserhaut des Organes, und aus dieser entspringen dann einige oberflächliche abführende Stämmchen. Andere solche kommen aus dem *Hilus* des Organes heraus und hängen in noch nicht ermittelter Weise mit den inneren Bahnen zusammen. Beim Menschen sind oberflächliche und tiefe Saugadern von verschiedenen Anatomen gesehen worden, jedoch noch nicht genauer untersucht. Beim Pferde finde ich die oberflächlichen Gefässe sehr schön entwickelt und lassen sich dieselben auch nicht schwer durch Einstich einspritzen, dagegen ist es mir noch nicht gelungen, von denen des Inneren bestimmte Anschauungen zu gewinnen.

Die Nierennerven vom *Plexus coeliacus* des *Sympathicus* sind ziemlich zahlreich, bilden ein die Arterie umstrickendes Geflecht, haben noch einige Knötchen im

Hilus und lassen sich mit den Gefässen bis zu den Interlobulararterien verfolgen. Wo und wie dieselben enden, ist unbekannt.

Alle feineren Gefässe der Niere werden von einer Bindesubstanz getragen, die zugleich als *Stroma* für die absondernden Elemente dient, und in der Marksubstanz viel entwickelter ist als in der Rinde. Nach meinen Untersuchungen (4. Aufl.) besteht dieses *Stroma* aus einem äusserst dichten und feinen Netze von Bindegewebskörperchen ohne fibrilläres Bindegewebe, und schliesst sich somit aufs Innigste der Bindesubstanz des centralen Nervensystems, sowie dem *Reticulum* der Milz u. s. w. an. Das Netz ist so dicht, dass dasselbe zusammenhängende, so zu sagen undurchbrochene Platten zwischen den Gefässen und Harncanälchen bildet, welche namentlich mit den ersteren aufs Innigste zusammenhängen. — An der Oberfläche der Niere verdichtet sich das *Stroma* zu einem oft recht deutlichen Häutchen, das mit der Faserhaut nur locker zusammenhängt, das oberflächliche Capillarnetz zum Theil trägt und durch viele zarte Fortsätze mit dem innern *Stroma* zusammenhängt.

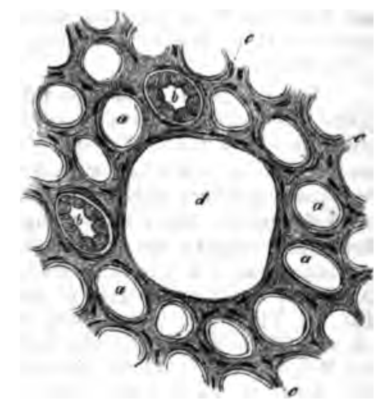


Fig. 365.

Ueber die Verbreitung der Nierenarterie hat *Virchow* vor einigen Jahren Angaben gemacht, die von den früheren Annahmen, die von *Arnold* ausgenommen, wesentlich abweichen. *Virchow* will zwar nicht läugnen, dass *Vasa efferentia* selbst oder doch mit ihren capillären Ausläufern in die Marksubstanz übergehen, doch sind nach ihm die *Arteriolae rectae* keine solchen Fortsetzungen, vielmehr stammen dieselben unmittelbar aus der Nierenarterie, und zwar meist von Zweigen, die zugleich Knäuel tragende Aeste haben. Hiergegen habe ich zu bemerken, 1) dass es sowohl für Säugethier- als menschliche Nieren nicht bezweifelt werden kann, dass alle an die Marksubstanz grenzenden *Glomeruli* ihre *Vasa efferentia* als wirkliche *Arteriolae rectae* an die Marksubstanz abgeben, was ich Jedem durch Präparate belegen kann; 2) dass die *Arteriolae rectae* auch beim Menschen in gesunden Nieren in grosser Menge in den von mir angegebenen Grössen vorkommen, während *Virchow* dieselben zu 67—90 μ angibt. Auch *L. Beale*, der *Virchow*'s Angaben ebenfalls geprüft hat, gibt zu, dass die »meisten« (*most*) der *Arteriolae rectae* aus den *Malpighi*'schen Körperchen stammen, doch lässt er allerdings auch manche derselben unmittelbar von den Arterien herkommen, wie *V.* Hiervon habe ich mich bei einer grösseren Zahl in früherer und neuester Zeit vorgenommener Einspritzungen der Niere nicht zu überzeugen vermocht, und möchte ich mir die Frage erlauben, ob nicht die *Venulae rectae*, die bei guten Füllungen der Pyramiden immer auch Masse aufnehmen, zu Verwechselungen Veranlassung gegeben haben. Bei Einspritzungen der Nierenarterie füllen sich häufig nur die *Glomeruli* und die Pyramiden nicht, und letztere überhaupt nur dann, wenn die *Glomeruli* vorher gefüllt waren. Mikroskopische Untersuchung der letzteren Fälle zeigte mir nur das Bekannte und keine *Vasa recta*, die von Gefässen stammten, über deren arterielle Natur keine Zweifel herrschen konnten. Eine neue Ansicht über die *Arteriolae rectae* hat *Henle* aufgestellt, der ich auch nicht beipflichten kann. *Henle*, dem später *Kollmann* beistimmte, glaubt nämlich, dieselben entstünden durch Zusammenfluss der Capillaren der Rinde, und zwar weil er an Nieren, bei denen die Masse von den Harn-

Fig. 365. Querschnitt durch einige gerade verlaufende Canälchen der Rinde, 350mal vergr. Vom Menschen. *a.* Querschnitte von Harncanälchen, deren *Membrana propria* allein erhalten ist, *b.* solche, wo das Epithel noch vorhanden ist, *c.* Zwischengewebe mit länglichen Kernen, welches hier grösstentheils aus den nicht eingespritzten Blutgefässen besteht, *d.* Lücke, die ein *Malp.* Körperchen enthielt.

canälchen aus in die Capillaren der Rinde ausgetreten war, die *Glomeruli* leer, die *Vasa recta* aber gefüllt sah. Da jedoch die *Arteriolae rectae* durch die Capillaren der Pyramiden mit denen der Rinde zusammenhängen, so ist *Henle*'s Schluss nicht beweisend, ganz abgesehen davon, dass er nicht dargethan hat, dass das, was gefüllt war, nicht die *Venulae rectae* waren.

Von neueren Forschern spricht sich *Ludwig* für die Niere des Schweines und Hundes sehr entschieden dahin aus, dass alle *Arteriolae rectae* von den *Vasa efferentia* der *Glomeruli* abstammen, ebenso *Stein*, der *Virchow* gegenüber noch besonders darauf aufmerksam macht, dass manche *Vasa efferentia*, obschon im Ursprunge von geringer Weite, doch bald bedeutend sich verdicken, bevor sie in Aeste sich auflösen; *Schweigger-Seidel* dagegen ist der Ansicht, dass alle drei angegebenen Aufstellungen ihre Berechtigung haben, ohne über die Häufigkeit der verschiedenen Ursprungsweisen der *Arteriolae rectae* sich auszusprechen, und *Chrzonszczewsky* beschreibt und zeichnet sehr zahlreiche unmittelbare Ausläufer der Nierenarterie in das Mark und die Rinde aus der Niere der Katze (l. c. Taf. VII. Fig. 1), welche Gefässe *Stein* für Venen erklärt. Auch ich muss bekennen, dass ich an injicirten Katzennieren keine Spur des von *Chr.* abgebildeten Verhaltens finde und der Meinung bin, dass bei einer Füllung arterieller Gefässe in einer solchen Ausdehnung, wie abgebildet, nothwendig auch *Glomeruli* sich hätten füllen müssen.

In neuester Zeit ist dem Verhalten der Capillaren in der Niere eine grössere Aufmerksamkeit geschenkt worden als früher, und hat man sich mit Leichtigkeit überzeugt, dass die Capillaren der Markstrahlen der Rinde etwas enger sind und andere Maschen bilden als die der eigentlichen Rindensubstanz (*Virchow*, l. c. Fig. I. IV, *Ludwig* und *Zawarykin*, Tab. II. Fig. 8, *Stein*, Fig. 13, 14, *Chrzonszczewsky*, Tab. VII. Fig. 4, *Odenius*, *Axel Key* ll. c.). Am genauesten hat *Stein* diese Angelegenheit verfolgt und, wie mir scheint, mit Recht hervorgehoben, dass die Capillaren der Markstrahlen mit den *Vasa efferentia* der *Glomeruli* zusammenhängen, die der eigentlichen Corticalsubstanz in nächster Beziehung zu den Venen stehen, woraus die nicht unwichtige Thatsache folgt, dass die Secretion der *Tubuli contorti* aus mehr venösem Blute geschieht. Aehnliches hat *Stein* auch für die Pyramiden nachzuweisen versucht und angenommen, dass hier die Sammelröhren direct aus den *Arteriolae rectae* versehen werden, die *Henle*'schen Schleifen dagegen mehr von Capillaren der venösen Seite, doch kann ich nicht finden, dass diese Annahmen, obschon wahrscheinlich, schon hinreichend begründet sind.

Noch erwähne ich folgende Einzelnheiten. An den *Vasa efferentia* der Niere des Schweines finde ich am Anfange noch auf eine verschieden lange, aber immer kurze Strecke einen Muskelbeleg (Fig. 360), während dieselben im weiteren Verlaufe den Bau von Venen annehmen. — Die Gefässe der *Glomeruli* selbst empfehle ich wie *Schweigger-Seidel* weiterer Prüfung, und scheint auch mir hier noch manches vom dem gang und geben Schema abweichende sich zu finden. So glaube auch ich, wie es *Hyrtl* von niederen Wirbelthieren beschreibt, bei Säugern Fälle gesehen zu haben, in denen das *Vas efferens* vom Stämmchen des *Vas afferens* abging, der Knäuel somit ein einseitiger Anhang ohne Abflusscanal war. — Von den *Rami capsulares* der Arterie bemerke ich, dass dieselben bei verschiedenen Geschöpfen sehr verschieden entwickelt sind, am stärksten beim Menschen und grossen Säugern und, wie längst bekannt, mit benachbarten Arterien (den *Lumbales* vor allen) Anastomosen eingehen, so dass nach Unterbindung der Nierenarterien die Nieren von der *Aorta* aus noch theilweise eingespritzt werden können. Ebenso verschieden verhalten sich die Venen der Hülle und Nierenoberfläche, und erwähne ich besonders die starken, horizontal verlaufenden oberflächlichen Stämme der Niere der Katze, die von innen nach aussen dringende *Venae interlobulares* aufnehmen.

Das *Stroma* der Niere, obgleich mehrfach untersucht, glaube ich zuerst in der 4. Aufl. dieses Werkes seiner wahren Natur nach geschildert zu haben. An in Alkohol und Chromsäure erhärteten Nieren sieht man die Zellennetze am besten, und zwar an ausgepinselten Längsschnitten, doch bitte ich zu beachten, dass es sich hier um eine sehr feine und schwer zu erkennende Bildung handelt. Die sternförmigen Bindegewebskörperchen zwar sind verhältnissmässig leicht zu sehen, aber zu erkennen, dass die scheinbar hellen Platten, die sie tragen, nur aus Netzen ihrer Ausläufer bestehen, ist schwer und noch am leichtesten bei jungen Geschöpfen. Von den stärkeren Ausläufern der Zellen ist mir aufgefallen, dass dieselben häufig quer zur Längsaxe der Gefässe und Harncanäle stehen und da und dort den Anschein geben, als ob diese Theile eine querstreifige Hülle besässen.

§. 184.

Ableitende Harnwege. Der Harnleiter, das Nierenbecken und die Nierenkelche bestehen alle aus einer äusseren Faserhaut, einer glatten Muskellage und einer Schleimhaut. Die erstere, aus gewöhnlichem Bindegewebe und elastischen Fasern vorzüglich der feineren Art gebildet, geht da, wo die Nierenkelche die Papillen umfassen, in die Faserhülle der Niere über. Die Muskellage ist in den Harnleitern sehr deutlich mit äusseren queren und inneren längsverlaufenden Fasern (*Henle*), zu denen, mit Ausnahme der obersten Theile des Canales, noch äussere Längsfasern kommen. Im Nierenbecken sind die zwei Muskelschichten noch ebenso mächtig wie im *Ureter*, während sie in den Kelchen immer mehr sich verdünnen und, wo dieselben an die Papillen sich ansetzen, enden, in der Art jedoch, dass, wie *Henle* richtig angibt, die Ringmuskeln etwas weiter hinaufreichen und in der Gegend der Umbiegung der Schleimhaut auf die Papille und noch etwas höher einen gut entwickelten »Ringmuskel der Papille« (*Henle*) erzeugen. Die Schleimhaut aller dieser Theile ist dünn, ziemlich gefässreich, ohne Drüsen und Papillen und setzt sich sehr verfeinert (von 11 — 22 μ ohne Epithel) auch auf die Nierenpapillen fort, wo sie mit dem inneren *Stroma* derselben untrennbar sich verbindet. Ihr Epithel von 45 — 90 μ Dicke ist geschichtet und zeichnet sich durch die wechselnde Form und Grösse seiner Elemente aus, die in der Tiefe rundlich und klein, in der Mitte walzen- oder kegelförmig von 22 — 45 μ Länge, an der Oberfläche rundlich vieleckige, 13 — 22 μ grosse Zellen oder mehr abgeplattete, bis 45 μ erreichende Plättchen sind. Auffallend ist das häufige Vorkommen von zwei Kernen in diesen Zellen, sowie von hellen, mässig dunkelbegrenzten runden Körnern von 2 — 4,5 μ, die manchmal fast das Ansehen von Kernen annehmen.

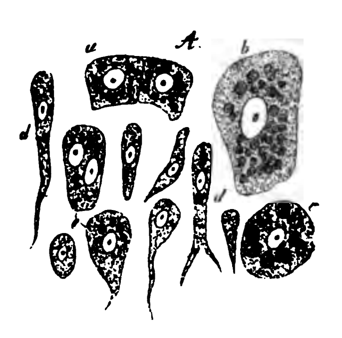




Fig. 366.

Die Harnblase besitzt, abgesehen von ihrem Peritonealüberzuge, dieselben Häute, wie der *Ureter*. Die Muskelhaut, deren Bündel nach *Treitz* an mehrfachen Orten elastische Sehnen haben, zeigt äusserlich die bekannte Längsfaserschicht (*Detrusor urinae*) mit mehr gleichlaufenden Bündeln, von der aus einzelne Fasern auf den *Urachus*, von dem nach *Luschka* mehr weniger veränderte hohle Reste auch beim Erwachsenen sich finden, sich fortsetzen, darunter ein Flechtwerk schiefer und querer, stärkerer und schwächerer wirklich netzförmig verschmolzener Bündel, welche die Schleimhaut nicht ganz vollständig bedecken und an der *Urethra* in den *Sphincter vesicae internus* (*Henle*) übergehen. Das *Corpus trigonum* am Blasengrunde, zu dem auch die sogenannte *Uvula vesicae* (*Valv. vesico-urethralis*, *Amussat*) am Anfange der Harnröhre gehört, ist eine starke, unmittelbar unter der Schleimhaut gelegene Schicht von weissgelblichen Fasern, die mit den die Muskelhaut der Blase durchsetzenden Längsmuskelfasern der Ureteren zusammen-

Fig. 366. Epithel des *Pelvis renalis* vom Menschen, 350mal vergr. *A*. Zellen desselben für sich. *B*. Dieselben *in situ*. *a*. kleine, *b*. grosse Pflasterzellen, *c*. eben solche mit kernartigen Körpern im Innern, *d*. walzen- und kegelförmige Zellen aus den tieferen Lagen, *e*. Uebergangsformen.

hängt und vorzüglich der Länge nach ziehende, zum Theil auch quere feine elastische Elemente, Bindegewebe und glatte Muskelfasern enthält. *V. Ellis* nennt diese Lage: submucöse Muskelschicht der Blase, und lässt sie noch über das *Trigonum* hinaus eine Strecke weit nach oben verlaufen. Die blasse, glatte und mässig dicke Schleimhaut hat ausser am *Trigonum* eine reichliche submucöse Schicht, und bildet daher bei zusammengezogener Blase viele Falten. Dieselbe ermangelt der Zotten (*Henle* sah in einzelnen Fällen solche von 30 μ Länge), ist ziemlich reich an Gefässen, besonders am Blasengrunde und Halse, weniger an Nerven, die jedoch besonders am *Fundus*, wo sie häufiger sind, noch als dunkelrandige feine und mitteldicke Fasern in ihr sich erkennen lassen, und wird von einem 60—100 μ dicken, geschichteten Epithel überzogen, dessen Elemente in der Tiefe in der Regel spindel-, kegel- oder walzenförmig, höher oben rundlich vieleckig oder abgeplattet sind, und an Unregelmässigkeit denen des Nierenbeckens nicht nachstehen, wozu namentlich die häufig vorkommenden mehrfachen Vertiefungen an der unteren Fläche der obersten Zellen zur Aufnahme der Enden der tieferen länglichen Zellen viel beitragen, indem hierdurch eigenthümlich sternförmige und zackige Formen entstehen. In der Nähe der Urethramündung und gegen den Grund zu finden sich kleine Drüsen in Form einfacher birnförmiger Schläuche oder kleiner Träubchen von solchen (einfach traubige Drüschen). Dieselben haben bei einer Grösse von 90—540 μ, Oeffnungen von 45—110 μ, ein cylindrisches Epithel und einen hellen Schleim als Inhalt. In pathologischen Fällen sind dieselben nach *Virchow* hie und da vergrössert und mit weisslichen Schleimpfröpfen gefüllt.

Die Harnröhre des Mannes wird bei den Sexualorganen besprochen werden. Die des Weibes besitzt 1) eine röthliche Schleimhaut mit vielen Gefässen, namentlich sehr entwickelten Venennetzen im submucösen Gewebe (die *Kobelt* ohne Grund als ein *Corpus spongiosum* beschrieben hat) und einem geschichteten Pflasterepithelium in der Tiefe mit länglichen Zellen, wie in der Blase, und 2) eine äussere Muskellage, die aus einer mit der *Mucosa* zusammenhängenden, mit viel Bindegewebe und elastischen Fasern untermengten dünnen Schicht der Länge und der Quere nach ziehender glatter Muskeln und der mächtigen, vorzüglich der Quere nach verlaufenden Masse des *Musculus urethralis* besteht. Eine gewisse Zahl grösserer und kleinerer traubiger Schleimdrüschen (*Littre*'sche Drüsen), im Baue denen der Blase gleich, nur meist grösser und zusammengesetzter, ergiessen in die Harnröhre ihren Saft. Hie und da findet man dieselben bis zu 4,5 mm vergrössert, die Schleimhaut wulstig vortreibend und in ihren ausgedehnten Schläuchen mit einer colloidartigen Masse, ja selbst mit Concretionen, ähnlich den Prostatasteinen, gefüllt.

Untersuchung der Nieren. Die Harncanälchen sind durch Zerzupfen leicht für sich darzustellen und werden Epithel, *Membrana propria* und Lumen deutlich erkannt, wenn zur Befeuchtung Blutserum oder Eiweisslösung genommen wird. Neben ganzen Canälchen finden sich in jedem Präparate viele Epithelzellen einzeln und in Haufen, ja selbst, vor Allem in den Pyramiden, als zusammenhängende lange Röhren; ebenso häufig kommen kürzere oder längere Schläuche der *Membrana propria* vor, die, wenn sie stark gefaltet sind, nicht immer gleich erkannt werden. Bei der Erforschung der Pyramiden verwechsle man die ungemein zahlreichen Gefässe nicht mit *Henle*'schen Röhrchen. Der Zusammenhang der Harncanälchen mit den *Malp.* Kapseln ist an Frosch- und Fischnieren bei vorsichtigem Zerzupfen leicht zu finden, aber auch bei Säugethieren wird man selten vergebens darnach forschen, wenn man feine Schnitte erhärteter und besonders eingespritzter Stücke durchgeht. In neuerer Zeit sind zur Darstellung dieser Verbindung eine Reihe Mittel angewendet worden, welche auch die Harncanälchen von einander trennen und den Zusammenhang der verschiedenen Theile derselben untereinander erkennen lassen, so eine Mischung von chlorsaurem Kali und Salpetersäure (*Uechtritz*), eine concentrirte Kalilösung (*Moleschott*), concentrirte Salzsäure (*Henle*), welche letztere, meinen Erfahrungen zufolge, sobald die Säure nicht zu stark ist (1 Th. rauch. Säure auf 2—3 Th.

Wasser), die besten Ergebnisse liefert und auch die Epithelien ziemlich gut erhält. Die *Glomeruli* selbst findet man häufig mit Blut gefüllt, am leichtesten erforscht man ihren Bau nach künstlicher Füllung, die mit jeder feinen Masse von den Arterien aus sehr leicht gelingt. Bei solchen Einspritzungen füllt sich auch, wenn sie gerathen, das ganze Capillarnetz der Rinde und der Pyramiden, und lässt sich dann auf senkrechten Schnitten namentlich dieser Theil des Circulationsapparates sehr genügend erkennen. Hierzu nehme man noch von den Venen aus eingespritzte Nieren, an denen sich meist nur die Capillarnetze, seltener die *Glomeruli* füllen, und zur Erforschung der *Vasa efferentia* von den Arterien aus nicht ganz vollständig gefüllte Drüsen. Den Verlauf der Harncanälchen untersucht man an feinen Längs- und Querschnitten durch Alkohol, Kochen in verdünnter Salpetersäure und Trocknen (*Wittich*), oder durch Chromsäure erhärteter Nieren, die man durch Essigsäure aufhellt, oder an mit dem Doppelmesser gemachten Schnitten frischer, auch eingespritzter Nieren, an denen man manche Verhältnisse, selbst die Theilungen der Sammelröhren in den Papillen erkennt, doch ist es unumgänglich nöthig, die Harncanälchen einzuspritzen, wozu von Säugethieren das Pferd, Schwein und der Hund am besten sich eignen. Weitere Einzelnheiten finden sich bei *Ludwig* und *Zawarykin*, und bemerke ich nur noch, dass lösliches Berlinerblau nach *Brücke*, für sich allein oder mit Glycerin, und ein mässiger, gleichbleibender Druck die besten Ergebnisse liefern. Hier ist *Hering*'s neuer Apparat ausgezeichnet am Platze und erreicht man mit demselben oft schon in wenigen Minuten bei 30—40 mm Quecksilber Füllung aller Sammelröhren über grosse Strecken. Will man auch Schleifen und gewundene Canälchen füllen, so muss man jedoch die Injection länger fortsetzen und erhält auch in diesem Falle oft nach 24 Stunden noch keinen Erfolg.

Literatur. *M. Malpighi*, *De renibus*, in *Exercit. de visc. struct.*; *Al. Schumlansky*, *Diss. de structura renum*, c. tab. Argentor. 1782. 4.; *W. Bowman*, *On the structure and use of the Malpighian bodies of the Kidney*, in *Phil. Trans.* 1842. I. p. 57; *C. Ludwig*, Beiträge zur Lehre vom Mechanismus der Harnsecretion. Marburg 1843, und Art. »Niere«, in *Wagner*'s Handw. II. S. 628; *J. Gerlach*, in *Müll.* Arch. 1845 u. 1848; *Kölliker*, in *Müll.* Arch. 1845; *Remak*, in *Fror.* N. Not. Nr. 768. 1845. S. 308; *F. Bidder*, in *Müll.* Arch. 1845, und Untersuchungen über die Geschlechts- und Harnwerkzeuge der Amphibien. Dorpat 1848; *J. Hyrtl*, in Zeitschr. d. Wien. Aerzte, 1846; *C. v. Patruban*, in Prag. Viertelj. 1847. III; *G. Johnson*, Art. »*Ren*«, in *Cycl. of Anat.* Mai 1848; *V. Carus*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. II. S. 61; *v. Wittich*, in Arch. f. path. Anat. III. 1. 1849; *v. Hessling*, in *Fror.* Not. 1849. S. 264, und Histologische Beiträge zur Lehre von der Harnsecretion. Jena 1851; *Frerichs*, Die *Bright*'sche Nierenkrankheit. 1851; *Viner Ellis*, *On the musc. struct. in the urinary and certain of the generat. org.*, in *Med.-chir. Trans.* 1857. p. 327; *Virchow*, Bemerk. üb. d. Circulationsverh. in den Nieren, in Arch. f. path. Anat. XII. S. 310; *C. E. Isaacs*, Zur fein. Anat. d. Niere, aus d. *New-York Journal*, in *Schmidt*'s Jahrb. 1857. S. 155, und im *Journal de la physiologie*. I. p. 577; *A. Ecker*, *Icon. phys.* Tab. VIII; *L. Beale*, *On some points in the anatomy of the kidney*, in *Arch. of med.* III. p. 225. IV. p. 300; *G. Burckhardt*, Das Epithelium der ableitenden Harnwege, in *Virch.* Arch. XVII. S. 122; *A. Beer*, Die Bindesubstanz der menschlichen Niere im gesunden und kranken Zustande. Berlin 1859; *H. de Schmid*, *De ves. ur. collo non exstante atq. d. org. ill. tun. muscul.* Dorpat 1859. *Diss.*; *J. T. M. Schmidt*, *De renum structura quaestiones.* Gött. 1860. *Diss.*; *Moleschott*, Ein histochemischer und ein histol. Beitr. z. Kenntniss d. Nieren, in s. Unters. z. Naturl. Bd. VIII. S. 213; *V. Ellis*, in *Phil. Trans.* 1860. p. 469; *Hyrtl*, Ueber die Nierenknäuel der Haifische, in Verh. d. zool.-bot. Ges. in Wien. 1861; *A. Meyerstein*, in Zeitschr. f. rat. Med. 1862. Bd. XV. S. 180; *Henle*, in Gött. Nachr. 1862. Nr. 1 u. 7, und Zur Anatomie der Nieren. Gött. 1862, aus d. Abh. d. K. Ges. d. Wiss. zu Göttingen. Bd. X; *Luschka*, Ueber den Bau des menschlichen Harnstranges, in *Virch.* Arch. XXIII. S. 1; *Remak*, in Wien. Sitzungsber. Bd. XLIV. S. 413; *Uffelmann*, in Zeitschr. f. rat. Med. XVII. S. 254; *Hyrtl*, in Wiener Sitzungsber. Bd. XLVII. S. 146; *C. Ludwig* und *Zawarykin*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XX. S. 185; *W. Krause*, in Gött. Nachr. 1863; *N. Chrzonszczewsky*, in *Virch.* Arch. Bd. XXXI. S. 153; *Colberg*, in Med. Centralblatt. 1863. Nr. 48, 49; *Odenius*, in Berl. klin. Wochenschr. 1864. Nr. 10, und Sitzungsber. der schwed. Akademie. 1864. S. 173; *Kollmann*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XIV. S. 112; *M. Roth*, Unters. üb. d. Drüsensubstanz der Niere. Bern 1864. *Diss.*; *H. Hertz*, in Greifswald. med. Beitr. Bd. III. S. 93;

S. Th. Stein, in Würzb. med. Zeitschr. Bd. VI; *F. Schweigger-Seidel*, Die Niere des Menschen und der Säuger. Halle 1865, Würzb. med. Zeitschr. Bd. VI. S. 151; *Dursy*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XXIII. S. 268; *Axel Key*, *om Circulationsförhållandena i Njurarne*, Stockholm 1865; *R. Reger*, in Arch. f. Anat. 1864. S. 537; *E. Mecznikow*, in Gött. Nachr. 1866. Nr. 5; *C. G. Hüfner*, z. vergl. Anat. u. Phys. der Harncanälchen. Leipzig 1866. *Diss.*; *O. Gampert*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XVI. S. 369. — Ausserdem sind zu vergleichen die bekannten Handbücher, besonders die von *Henle*, *Valentin*, *J. Müller* und *mir*, die Schriften über Entwickelungsgeschichte, besonders *Valentin*, *Rathke*, Abh. z. Entw. II. S. 97, und *J. Müller*, *De gland. sec. structura*, und endlich die Jahresberichte von *Reichert*, 1846 u. 1849 und die von *Henle* von 1863 an.

Von den Nebennieren.

§. 185.

Die Nebennieren, *Glandulae suprarenales*, sind paarige Organe, die im Baue noch am meisten den Blutgefässdrüsen sich anschliessen und mit Bezug auf ihre Verrichtung gänzlich unbekannt sind. Eine jede Nebenniere besteht aus einer ziemlich festen, aber dünnen, bindegewebigen Hülle, die das ganze Organ genau umgibt und durch viele Fortsätze mit dem eigentlichen Gewebe sich verbindet, das von einer Rinden- und Marksubstanz gebildet wird. Die erstere, *Subst. corticalis*, ist derber, 0,28—1,12 mm dick, leicht in der Richtung der Dicke reissend und auf dem Bruche faserig. Ihre Farbe ist grösstentheils weisslichgelb oder gelb, geht jedoch im innersten Drittheile gewöhnlich in Braungelb oder Braun über, so dass man auf Durchschnitten zwei Lagen, eine äussere breite, helle Schicht und einen schmalen, dunklen Saum nach innen unterscheidet. Die Marksubstanz ist regelrecht heller als die Rinde, und zwar grauweiss mit einem Stiche ins Röthliche, doch kann dieselbe, wenn ihre zahlreichen Venen mit Blut gefüllt sind, auch eine dunklere, mehr venöse Farbe annehmen. Ihre Festigkeit ist geringer als die der Rinde, doch nicht so sehr, als man gewöhnlich glaubt, und was ihre Dicke anlangt, so ist dieselbe an den dünnen Rändern und am oberen äusseren Ende des Organes sehr unbedeutend (0,35—0,75 mm), ja selbst verschwindend gering, in der Mitte dagegen und an der unteren inneren Hälfte steigt dieselbe bis zu 2 mm, selbst 3,3 mm an. Beim Menschen löst sich an Leichen die Rindensubstanz äusserst gern von der Marksubstanz los, und enthält dann die Nebenniere eine oft das ganze Organ einnehmende Höhle, in welcher ein von der halb zerfallenen braunen Lage der Rinde herrührender und mit Blut vermengter schmutziger Brei, nebst dem mehr unveränderten Marke enthalten ist, welches jedoch in seltneren Fällen ebenfalls zerfällt.

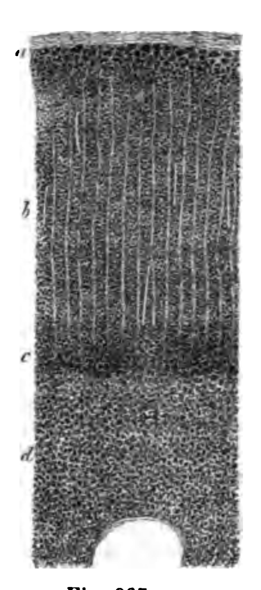


Fig. 367.

Fig. 367. Senkrechter Schnitt durch einen Theil der Nebenniere des Menschen. *a*. Hülle und äusserste Lage der Rinde, *b*. mittlere Lage der Rinde mit entwickelten Zellensträngen, *c*. innere braune Zone der Rinde, *d*. Marksubstanz, in der ein Venenquerschnitt sichtbar ist.

§. 186.

Feinerer Bau. Die Rindensubstanz besitzt als Gerüste ein zartes Maschenwerk von Bindegewebe, das, im Zusammenhange mit der Hülle und von ihr ausgehend, mit dünnen untereinander vereinten Blättern diese ganze Lage durchzieht und eine sehr grosse Menge dicht beisammenstehender, senkrecht von aussen nach innen durch die ganze Dicke der Rinde verlaufender Fächer von 20—45 μ, selbst 68 μ Breite begrenzt. In diesen Fächern liegt eine körnige Masse. die durch zartere, schief oder querverlaufende bindegewebige Scheidewände in grössere und kleinere Gruppen vertheilt wird, welche *Ecker* als Drüsenschläuche beschreibt und innerhalb einer zarten Haut eine körnige, mit Kernen oder auch Zellen gemengte Masse enthalten lässt. Ich habe jedoch in diesen Rindencylindern, wie ich sie nenne, in den meisten Fällen nichts anderes als Stränge rundlicheckiger Zellen von 13—17 μ gesehen und glaube ich, dass *Ecker* durch das seltnere Vorkommen wirklicher Schläuche sich hat bewegen lassen, die dichten im Innern der Rinde vorkommenden Haufen der genannten Zellen, die von 52—100—130 μ Länge besitzen, für besondere Schläuche zu halten. Es sind nämlich die Rindenzellen, die an der inneren und häufig auch an der äusseren Oberfläche der Rinde mehr vereinzelt in den Fächern zu finden sind, im Innern zu länglichrunden oder walzenförmigen Massen fest vereint, an denen häufig die Umrisse der Zellen zu einer einzigen Gesammtbegrenzung zusammenfliessen. Nie wollte es mir jedoch gelingen, eine andere die Zellen umschliessende Hülle als das Bindegewebe der entsprechenden Fächer zu finden, und fast immer gelang auch durch Druck oder Zusatz von Alkalien die Darstellung der Zellen, ohne dass ein besonderer Schlauch zum Vorschein kam. Wirkliche Schläuche sah ich bisher nur in den inneren Theilen der Rinde, als 45—68 μ grosse, runde oder länglichrunde Blasen, in deren Innern keine Zellen, wie sie die Rindencylinder bilden, sondern nur ein Haufen von Fetttropfen zu erkennen war und die ich für vergrösserte Zellen zu halten geneigt bin. Der Inhalt der Rindenzellen besteht aus feinen Körnern einer stickstoffhaltigen Substanz, dazu kommen aber fast immer einzelne Fettkörnchen, die in vielen Fällen (bei gelber Rindensubstanz) in solcher Menge vorhanden sind, dass sie die Zellen ganz erfüllen, welche dann Leberzellen aus Fettlebern täuschend ähnlich sehen. In der braunen Lage der Rinde sind die Zellen mit braunen Pigmentkörnchen ganz gefüllt.

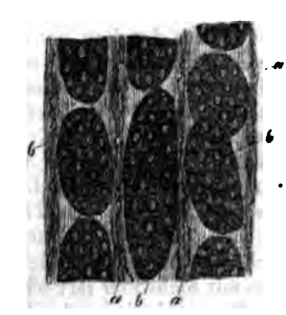


Fig. 368.



Fig. 369.

Fig. 368. Ein Stückchen eines senkrechten Schnittes durch die Rinde der Nebenniere des Menschen. *a.* Scheidewände von Bindegewebe, *b.* Rindencylinder, deren Zusammensetzung aus Zellen mehr oder weniger deutlich ist. Vergr. 300.

Fig. 369. Aus der Nebenniere des Menschen. *a.* Fünf mit blassem Inhalt gefüllte Zellen von der Spitze eines Rindencylinders, *b.* pigmentirte Zellen aus der innersten Schicht der Rinde, *c.* fetthaltige Zellen aus einer gelben Rindenschicht, *d.* eine grössere mit Fett gefüllte Cyste aus einer solchen Rinde (Drüsenschlauch, *Ecker*), *e.* Zellen aus der Marksubstanz, zum Theil mit Fortsätzen. Vergr. 350.

S. Th. Stein, in Würzb. med. Zeitschr. Bd. VI; *F. Schweigger-Seidel*, Die Niere des Menschen und der Säuger. Halle 1865, Würzb. med. Zeitschr. Bd. VI. S. 151; *Dursy*. in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XXIII. S. 268; *Axel Key*, *om Circulationsförhållandena i Njurarne*, Stockholm 1865; *R. Reyer*, in Arch. f. Anat. 1864. S. 537; *E. Mecznikow*. in Gött. Nachr. 1866. Nr. 5; *C. G. Hüfner*, z. vergl. Anat. u. Phys. der Harncanälchen. Leipzig 1866. *Diss.*; *O. Gampert*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XVI. S. 369. — Ausserdem sind zu vergleichen die bekannten Handbücher, besonders die von *Henle*, *Valentin*. *J. Müller* und *mir*, die Schriften über Entwickelungsgeschichte, besonders *Valentin*. *Rathke*, Abh. z. Entw. II. S. 97, und *J. Müller*, *De gland. sec. structura*, und endlich die Jahresberichte von *Reichert*, 1846 u. 1849 und die von *Henle* von 1863 an.

Von den Nebennieren.

§. 185.

Die Nebennieren, *Glandulae suprarenales*, sind paarige Organe, die im Baue noch am meisten den Blutgefässdrüsen sich anschliessen und mit Bezug auf ihre Verrichtung gänzlich unbekannt sind. Eine jede Nebenniere besteht aus einer ziemlich festen, aber dünnen bindegewebigen Hülle, die das ganze Organ genau umgibt und durch viele Fortsätze mit dem eigentlichen Gewebe sich verbindet, das von einer Rinden- und Marksubstanz gebildet wird. Die erstere, *Subst. corticalis*, ist derber, 0,28—1,12 mm dick, leicht in der Richtung der Dicke reissend und auf dem Bruche faserig. Ihre Farbe ist grösstentheils weisslichgelb oder gelb, geht jedoch im innersten Drittheile gewöhnlich in Braungelb oder Braun über, so dass man auf Durchschnitten zwei Lagen, eine äussere breite, helle Schicht und einen schmalen, dunklen Saum nach innen unterscheidet. Die Marksubstanz ist regelrecht heller als die Rinde, und zwar grauweiss mit einem Stiche ins Röthliche, doch kann dieselbe, wenn ihre zahlreichen Venen mit Blut gefüllt sind, auch eine dunklere, mehr venöse Farbe annehmen. Ihre Festigkeit ist geringer als die der Rinde, doch nicht so sehr, als man gewöhnlich glaubt, und was ihre Dicke anlangt, so ist dieselbe an den dünnen Rändern und am oberen äusseren Ende des Organes sehr unbedeutend (0,35—0,75 mm), ja selbst verschwindend gering, in der Mitte dagegen und an der unteren inneren Hälfte steigt dieselbe bis zu 2 mm, selbst 3,3 mm an. Beim Menschen löst sich an Leichen die Rindensubstanz äusserst gern von der Marksubstanz los, und enthält dann die Nebenniere eine oft das ganze Organ einnehmende Höhle, in welcher ein von der halb zerfallenen braunen Lage der Rinde herrührender und mit Blut vermengter schmutziger Brei, nebst dem mehr unveränderten Marke enthalten ist, welches jedoch in seltneren Fällen ebenfalls zerfällt.

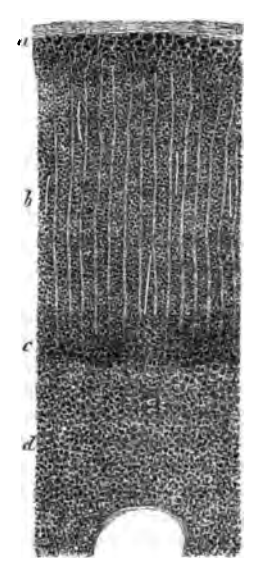


Fig. 367.

Fig. 367. Senkrechter Schnitt durch einen Theil der Nebenniere des Menschen. *a*. Hülle und äusserste Lage der Rinde, *b*. mittlere Lage der Rinde mit entwickelten Zellensträngen, *c*. innere braune Zone der Rinde, *d*. Marksubstanz, in der ein Venenquerschnitt sichtbar ist.

§. 186.

Feinerer Bau. Die Rindensubstanz besitzt als Gerüste ein zartes Maschenwerk von Bindegewebe, das, im Zusammenhange mit der Hülle und von ihr ausgehend, mit dünnen untereinander vereinten Blättern diese ganze Lage durchzieht und eine sehr grosse Menge dicht beisammenstehender, senkrecht von aussen nach innen durch die ganze Dicke der Rinde verlaufender Fächer von 20—45 μ, selbst 68 μ Breite begrenzt. In diesen Fächern liegt eine körnige Masse, die durch zartere, schief oder querverlaufende bindegewebige Scheidewände in grössere und kleinere Gruppen vertheilt wird, welche *Ecker* als Drüsenschläuche beschreibt und innerhalb einer zarten Haut eine körnige, mit Kernen oder auch Zellen gemengte Masse enthalten lässt. Ich habe jedoch in diesen Rindencylindern, wie ich sie nenne, in den meisten Fällen nichts anderes als Stränge rundlich-eckiger Zellen von 13—17 μ gesehen und glaube ich, dass *Ecker* durch das seltnere Vorkommen wirklicher Schläuche sich hat bewegen lassen, die dichten im Innern der Rinde vorkommenden Haufen der genannten Zellen, die von 52—100—130 μ Länge besitzen, für besondere Schläuche zu halten. Es sind nämlich die Rindenzellen, die an der inneren und häufig auch an der äusseren Oberfläche der Rinde mehr vereinzelt in den Fächern zu finden sind, im Innern zu länglichrunden oder walzenförmigen Massen fest vereint, an denen häufig die Umrisse der Zellen zu einer einzigen Gesammtbegrenzung zusammenfliessen. Nie wollte es mir jedoch gelingen, eine andere die Zellen umschliessende Hülle als das Bindegewebe der entsprechenden Fächer zu finden, und fast immer gelang auch durch Druck oder Zusatz von Alkalien die Darstellung der Zellen, ohne dass ein besonderer Schlauch zum Vorschein kam. Wirkliche Schläuche sah ich bisher nur in den inneren Theilen der Rinde, als 45—68 μ grosse, runde oder länglichrunde Blasen, in deren Innern keine Zellen, wie sie die Rindencylinder bilden, sondern nur ein Haufen von Fetttropfen zu erkennen war und die ich für vergrösserte Zellen zu halten geneigt bin. Der Inhalt der Rindenzellen besteht aus feinen Körnern einer stickstoffhaltigen Substanz, dazu kommen aber fast immer einzelne Fettkörnchen, die in vielen Fällen (bei gelber Rindensubstanz) in solcher Menge vorhanden sind, dass sie die Zellen ganz erfüllen, welche dann Leberzellen aus Fettlebern täuschend ähnlich sehen. In der braunen Lage der Rinde sind die Zellen mit braunen Pigmentkörnchen ganz gefüllt.

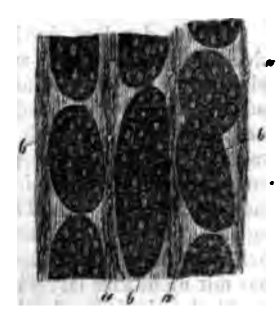


Fig. 368.



Fig. 369.

Fig. 368. Ein Stückchen eines senkrechten Schnittes durch die Rinde der Nebenniere des Menschen. *a.* Scheidewände von Bindegewebe, *b.* Rindencylinder, deren Zusammensetzung aus Zellen mehr oder weniger deutlich ist. Vergr. 300.

Fig. 369. Aus der Nebenniere des Menschen. *a.* Fünf mit blassem Inhalt gefüllte Zellen von der Spitze eines Rindencylinders, *b.* pigmentirte Zellen aus der innersten Schicht der Rinde, *c.* fetthaltige Zellen aus einer gelben Rindenschicht, *d.* eine grössere mit Fett gefüllte Cyste aus einer solchen Rinde (Drüsenschlauch, *Ecker*), *e.* Zellen aus der Marksubstanz, zum Theil mit Fortsätzen. Vergr. 350.

Die Marksubstanz hat ebenfalls ihr *Stroma* von Bindegewebe, welches als Ausläufer der Rindenblätter mit meist zarteren Bündeln das ganze Innere durchzieht und ein Netzwerk mit rundlichen und in die Länge gezogenen Maschenräumen darstellt. In denselben liegt eine blasse, feinkörnige Masse, in der ich beim Menschen bei sorgfältiger Behandlung und in frischen Stücken fast immer blasse Zellen von 18 — 36 μ erkenne, die durch ihren feinkörnigen, hie und da mit einigen wenigen Fett- oder Pigmentkörnchen versehenen Inhalt, ihre häufig sehr schönen Zellenkerne mit grossen *Nucleoli*, ihre eckigen Formen und hie und da vorkommende, ein- oder mehrfache, selbst verästelte Ausläufer, an die Nervenzellen der Centralorgane erinnern, ohne jedoch als solche angesprochen werden zu können.

Ueber den Bau der Nebennieren sind in den letzten Jahren eine Reihe Arbeiten erschienen, durch welche manche Einzelnheiten genauer bestimmt, im Allgemeinen jedoch keine wesentliche Aenderung der Darstellungen erzielt wurde, welche vor allem *Ecker* und *ich* und für die Rindensubstanz schon *Henle* (Allg. Anat. S. 1003) gegeben hatten. Zur Erläuterung habe ich freilich zu bemerken, dass *Henle*, indem er das Zerfallen der braunen Lage der Rinde und die Höhlenbildung im Innern des Organes im Gegensatze zu den, wie er sagt, allgemein ungenauen Schilderungen darstellt, einfach dasselbe wiederholt, was schon *Ecker* zum Theil und ich selbst in der ersten Auflage dieses Handbuches angegeben; ebenso steht auch an diesem Orte zu lesen, dass in der Rinde neben Zellensträngen auch Schläuche sich finden, und ist dort schon der Schlauch der Fig. 369 abgebildet, so dass mir nicht klar ist, wie *Henle* dazu kommt, mir die Behauptung zuzuschreiben, dass die Rinde einzig und allein aus Zellensträngen bestehe und diese sogenannte allgemein geltende Aufstellung zu bekämpfen.

Ich habe in diesen Tagen von neuem die Nebenniere des Menschen, des Pferdes und Schweines untersucht und kann ich nun behaupten, dass, minder wesentliche Verhältnisse abgerechnet, der Bau des Organes bei den Säugethieren überall wesentlich derselbe ist. Die Rinde zeigt im Allgemeinen radiär gestellte Fächer aus bald mehr faseriger, bald mehr gleichartiger Bindesubstanz, die immer eine gewisse Zahl Bindegewebskörperchen enthält, ferner in diesen Fächern reihenweise gestellte Zellen ohne bestimmt ausgesprochenen Typus, im Allgemeinen jedoch Epithelzellen oder Drüsenzellen ähnlich (Rindencylinder, *ich*, Zellenstränge der Rinde), endlich eine sehr grosse Zahl von Capillaren in der Wand der Fächer. Wechselnd ist die Grösse und Gestalt der Zellenstränge und Zellen selbst sowie deren Inhalt. Die Zellen anlangend, so unterscheiden sich dieselben einmal nach ihrem Gehalte an Fett und gibt es Thiere, wie die Carnivoren und Nager, bei denen dieselben so reich an Fett sind, dass die ganze Rinde eine gelbweisse Farbe annimmt. Auch das Pferd hat in den äusseren Theilen der Rinde viel Fett, wogegen beim Schweine und den Wiederkäuern die Rinde grau und die Zellen fettarm und blass erscheinen. In der Mitte steht der Mensch, bei dem in der Jugend das Fett in der Rinde spärlicher ist, nach und nach aber so zunimmt, dass schliesslich die ganze Rinde, mit Ausnahme der innersten Zone, gelbweiss wird.

Mit Bezug auf die Form der Rindenzellen kenne ich zwei Varietäten. Bei den meisten Geschöpfen sind dieselben alle rundlich oder rundlicheckig, wie beim Menschen; beim Pferde dagegen erscheinen sie nur in den inneren Lagen der Rinde so, wogegen sie im äussersten Drittheile alle lang und schmal sind. — Auch die Anordnung der Zellen ist nicht überall dieselbe, und gibt es Geschöpfe, wie das Schwein, bei denen die Rindencylinder, mit Ausnahme der alleräussersten, alle sehr schmal sind, und andere, bei denen dieselben in den äusseren Theilen der Rinde starke, scheinbar cylindrische Massen bilden, wie beim Menschen und beim Pferde. Die schönsten Zellenstränge der Rinde besitzt das letztgenannte Thier, und finden sich hier folgende Verhältnisse: Auf senkrechten Schnitten (Fig. 370) erkennt man zierliche, strangförmige Bildungen, welche in den äusseren Theilen der Rinde (*c*) aus langgestreckten (von 40 — 60 μ), schmalen, quer gelagerten Zellen bestehen, die aufs täuschendste gewissen Cylinderepithelialzellen gleichen, weiter nach innen (*e*) kürzere, mehr rundliche und rundlicheckige Zellen zeigen. Von diesen Cylindern hängen in der Regel je zwei an der Oberfläche bogenförmig zusammen und zwischen denselben liegt eine an Blutgefässen reiche faserige Bindesubstanz mit Bindegewebskörperchen, die zum Theil in der

Gestalt von Scheidewänden zwischen den Rindensträngen erscheint und von der äusseren Hülle aus zwischen dieselben sich erstreckt (*b*), zum Theil mitten zwischen je zwei verschmolzenen Rindencylindern ihre Lage hat (*d*). Genauere Aufschlüsse über diese eigenthümlichen Bildungen gewähren erst Flächenschnitte der Rinde (Fig. 371), welche zeigen, dass die vermeintlichen Rindencylinder selten wirklich solche sind, sondern meist bandartige, oft der Fläche nach gebogene Stränge darstellen, ja selbst als geschlossene Ringe erscheinen, so dass sie schlauchförmigen Drüsen gleichen. Es gehören somit häufig zwei scheinbar selbständige Cylinder des Längsschnittes zusammen, und sind die bogenförmigen Anastomosen derselben, die auch *Henle* erwähnt und als solche deutet (*Splanchnol.* S. 565. Fig. 430, 432), nicht wirklich solche, sondern nur die Enden eines und desselben bandartigen Rindenstranges, der hier canalartig geschlossen zu denken ist, während er weiter einwärts in einen erst fast geschlossenen und dann nach und nach sich öffnenden Halbcanal sich umwandelt. — Weiter nach innen, wo die Rindenstränge kleinere Zellen erhalten, beginnen dieselben alle, auch die, welche vorher nicht schon rinnenförmig ausgehöhlt waren, verschiedentlich in der Fläche sich zu krümmen, und ergeben Flächenschnitte dieser Gegend mannigfach gewundene und in einandergreifende Zellenstränge (die Querschnitte der Rindenstränge), während auf senkrechten Schnitten scheinbar schmale parallele Cylinder zum Vorschein kommen. Hier beginnen dann auch, wie es scheint, die einzelnen Rindenstränge untereinander zusammenzu-

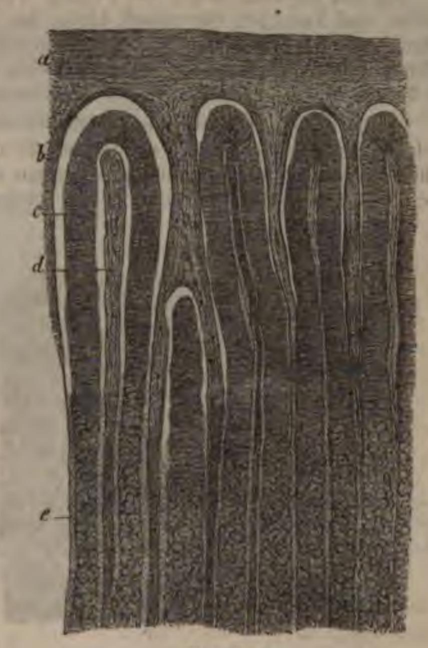


Fig. 370.

Fig. 370. Senkrechter Schnitt durch den äusseren Theil der Nebenniere des Pferdes. 100mal vergr. *a*. Hülle des Organes, *b*. von derselben ausgehende Scheidewände, *c*. äusserer Theil der Rindencylinder, aus querliegenden, cylindrischen Zellen gebildet und nach aussen scheinbar bogenförmig ineinander übergehend, *d*. Bindesubstanz in den Aushöhlungen der Rindencylinder, *e*. Innere Theile der Rindencylinder aus kürzeren, mehr rundlichen Zellen bestehend.



Fig. 371.

Fig. 371. Flächenschnitt der äussersten Theile der Rinde der Nebennieren des Pferdes. Vergr. 100. *a*. *Septa* zwischen den Rindensträngen, *b*. bandartige, z. Th. stark gebogene, z. Th. selbst kreisförmig geschlossene Rindenstränge, *c*. Bindesubstanz in der Aushöhlung der gebogenen Rindenstränge, *d*. Bindesubstanz in der Axe eines canalartig geschlossenen Rindenstranges.

hängen und schliesslich ein Netz zu bilden, dessen Lücken von den Blutgefässen eingenommen sind.

An den Rindensträngen des Pferdes war es mir unmöglich, eine besondere Hülle zu finden, und kann ich die scharfe Linie, die die sie enthaltenden Fächer häufig zu innerst zeigen, nur als Grenzschicht der bindegewebigen *Septa* ansehen. Die Breite der Rindencylinder des Pferdes beträgt in den äusseren Lagen der Rinde 40—100—500 μ, die Dicke ist überall gleich der Länge ihrer cylindrischen Zellen, nämlich 40—60 μ.

Beim Menschen waren mir früher so auffallende Rindenstränge wie beim Pferde nicht vorgekommen, was ich einzig und allein der Vernachlässigung der Flächenschnitte zuschreiben muss, nun aber finde ich ebenfalls bandartige und röhrenförmige Gestalten, wenn auch nicht so häufig und nicht in so ausgezeichneten Formen wie beim Pferde. Manchmal enthält ein röhrenförmiger Rindenstrang im Innern fast keine Bindesubstanz und so zu sagen nichts als ein Capillargefäss, und sieht dann im Querschnitte noch täuschender als beim Pferde einem Drüsenschlauche ähnlich (Fig. 372 *c*); andere Male bildet ein solcher eine stark gekrümmte, im Querschnitte kreisrunde Platte mit enger Höhlung, ja es finden sich selbst Formen, wie die grösseren gekrümmten Bänder der Fig. 371, doch sind diese im Ganzen selten und wiegen im Allgemeinen die mehr cylindrischen und einfach bandförmigen Stränge vor (Fig. 372). In den inneren Lagen der Rinde finde ich wie *Henle*, dass die Rindenstränge untereinander sich zu verbinden beginnen und nach und nach ein von Blutgefässen reichlich durchzogenes Schwammgewebe bilden, das in der braunen Zone der Rinde am ausgesprochensten ist. Im Querschnitte messen die Rindenstränge des Menschen, wenn sie rund sind, 20—68 μ, die bandförmigen betragen in ihrem grössten Durchmesser bis 100, ja selbst 200 μ und darüber. In senkrechten Schnitten erscheinen dieselben meist 20—68 μ breit.

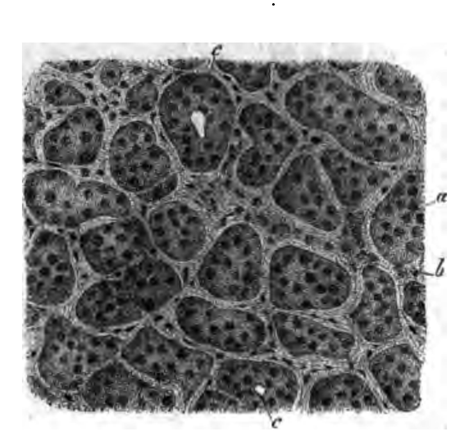


Fig. 372.

Die Marksubstanz zeigt im Allgemeinen weniger Verschiedenheiten als die Rinde und besteht überall aus blassen, feinkörnigen Zellen mit schönen Kernen, die ich niemals für Nervenzellen erklärt, wie *Henle* mir zuschreibt (*Splanchn.* S. 569), sondern nur solchen ähnlich genannt habe. In der Erkenntniss der Lagerungsweise dieser Zellen hat die neuere Zeit insofern einen Fortschritt aufzuweisen, als *Moers* zuerst neben den von mir beschriebenen rundlichen Zellenhaufen das Vorkommen von länglichen Zellensträngen hervorhob, das ich mit *Joesten* und *Henle* bestätigen kann. Doch habe ich wie *Moers* zu betonen, dass beim Menschen die Maschen des Bindesubstanzgerüstes des Markes doch mehr rundlich sind und somit auch die von ihnen umschlossenen Zellen mehr kugelige Haufen darstellen. Dagegen sind dieselben bei Thieren allerdings häufig strangförmig und verschiedentlich gebogen und gewunden. So stellen die Markstränge beim Pferde (Fig. 373), deren Dicke 40—50 μ beträgt, einmal schöne Ringe um die grössten Venenquerschnitte dar, und zeigen sich auch an der Oberfläche der Marksubstanz in der Regel als längere im Allgemeinen der Oberfläche parallele Stränge, doch kommen auch hier rundliche Maschen vor. Alle diese Zellenstränge des Markes scheinen untereinander zusammenzuhängen, doch ist die Einsicht in dieses Verhalten nicht überall leicht zu gewinnen, und eignen sich zur Erkenntniss dieses Netzwerkes am besten Thiere, bei denen, wie beim Schweine, der peripherische Theil der Marksubstanz durch zahlreiche grössere Venen einen mehr caver-

Fig. 372. Flächenschnitt der äussersten Rindenlage der Nebenniere des Menschen. Vergr. 133. *a*. Rindenstränge, *b*. Zwischensubstanz, *c*. Rindenstränge von Röhrenform, im Innern ein Blutgefäss enthaltend.

nösen Bau annimmt (siehe auch *Henle*, Fig. 436). Von einer diese Zellenstränge umhüllenden Membran, die *Henle* beschreibt, habe ich nichts zu finden vermocht, und scheint mir, dass *H.* die angrenzende Bindesubstanz für eine besondere Hülle genommen hat. — Die Zellen der Markstränge sind durchaus nicht überall platt, wie sie *Henle* vom Schweine abbildet, vielmehr finde ich dieselben häufiger von einer rundlichen oder, wie beim Pferde, dem cylindrischen sich nähernden Gestalt. Bei letztgenanntem Thiere gleichen manche Markstränge durch die Stellung und Form ihrer Zellen den Strängen der oberflächlichen Rindenlage. Von den Zellen des Markes ist noch hervorzuheben, dass sie nie Fett zu enthalten scheinen, ferner sind dieselben leichter zerstörbar als die der Rinde und färben sich in chromsaurem Kali und *Liquor Mülleri* tief dunkelbraun, während die der Rinde wenig sich verändern (*Henle*).

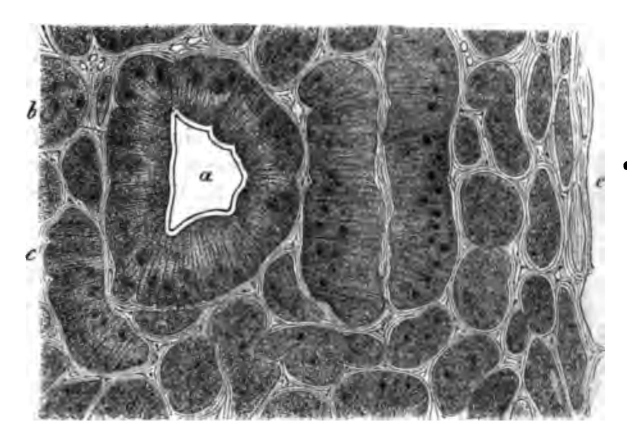


Fig. 373.

§. 187.

Gefässe und Nerven. Die Blutgefässe der Nebennieren sind zahlreich, liegen in dem bindegewebigen *Stroma* und bilden zweierlei Capillarnetze, eines in der Rinde mit länglichen Maschen, eines im Marke mit mehr rundlichen Zwischenräumen. Die Arterien entspringen als viele (bis zu 20) kleine Stämmchen aus den benachbarten grösseren Arterien (*Phrenica, Coeliaca, Aorta, Renalis*) und dringen theils unmittelbar ins Mark, theils verästeln sie sich in der Rinde. Die letzteren zahlreicheren überziehen mehrfach verästelt die äussere Oberfläche des Organes und bilden schon in der Hülle desselben ein weiteres Capillarnetz. Dann senken sie sich, in viele feine Zweige aufgelöst, in die Scheidewände der Rinde ein, verlaufen in diesen, immer feiner werdend, gerade gegen das Mark zu und hängen unterwegs durch ziemlich zahlreiche Querverbindungen zusammen, so dass die Rindencylinder von allen Seiten von Blut umgeben sind. Die Enden dieser Gefässe gelangen bis ins Mark und bilden in demselben gemeinschaftlich mit den unmittelbar in dasselbe eindringenden Arterien (von denen jedoch nach *Nagel* beim Schafe einzelne aus dem Marke ganz an die Rinde gehen) ein reicheres Capillarnetz etwas stärkerer Gefässe. Die Venen entspringen vorzüglich aus diesem letzteren Capillarnetze und vereinen sich innerhalb der Marksubstanz zur Hauptvene des Organes, der *V. suprarenalis*, die an der vorderen Fläche aus dem sogenannten *Hilus* hervortritt und rechts in die Hohlvene, links in die Nierenvene sich einsenkt. Ausserdem kommen aus der Rinde noch eine ziemliche Zahl kleinerer Venen hervor, die zum Theil paarig die Arterien begleiten und in die

Fig. 373. Theil eines senkrechten Schnittes der Marksubstanz der Nebenniere des Pferdes. 250mal vergr. *a.* Vene, *b.* ringförmiger Zellenstrang um dieselbe, *c.* Markstränge von langgestreckter Form, *d.* rundliche Markstränge und Querschnitte langer Stränge, *e.* Grenzschicht gegen die Rinde.

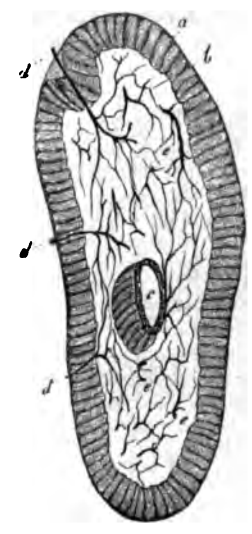


Fig. 374.

Nieren und Zwerchfellsvenen und in die untere Hohlvene einmünden. — Von Lymphgefässen habe ich bisher nur einige Stämmchen an der Oberfläche des Organes, dagegen keine im Innern oder aus demselben herauskommende gesehen. Die Nerven der Nebennieren sind, wie *Bergmann* richtig angegeben hat, ungemein zahlreich und stammen aus dem *Ganglion semilunare* und dem *Plexus renalis*, nach *Bergmann* einem kleinen Theile nach auch aus dem *Vagus* und *Phrenicus*. Ich zählte beim Menschen an der rechten Nebenniere 33 Stämmchen, 8 von $^1/_5 — ^1/_{10}$''', 5 von $^1/_{14} — ^1/_{20}$''', 7 von $^1/_{25} — ^1/_{33}$''' und 13 von $^1/_{45} — ^1/_{50}$''', und fand dieselben ohne Ausnahme nur oder doch ungemein vorwiegend aus dunkelrandigen, feineren und mitteldicken, selbst dicken Nervenröhren gebildet, weisslich oder weiss und mit einzelnen grösseren und kleineren Ganglien besetzt, die, wie *Virchow* fand, selbst noch im Innern des Organes vorkommen können. Dieselben treten besonders an die untere Hälfte und den inneren Rand des Organes heran, und scheinen alle für die Marksubstanz bestimmt zu sein, in der man, wenigstens bei Säugethieren, in die Bindegewebsbalken eingeschlossen ein äusserst reichliches Netz dunkelrandiger, feinerer Röhren findet, ohne dass irgendwo Endigungen zu erkennen sind. Beim Menschen ist das Mark gewöhnlich so verändert, dass man die Nerven nur bis zum Eintritte in dasselbe, nicht aber in ihrer weiteren Verbreitung zu verfolgen im Stande ist.

Die Gefässe der Nebennieren verhalten sich durchaus nicht bei allen Geschöpfen gleich und bemerke ich daher, dass meine Beschreibung sich vor allem auf den Menschen bezieht, bei dem im kindlichen Alter das Organ von der *Aorta* und der *Cava inferior* oder Nierenvene aus sich leicht injiciren lässt. Ich finde hier, dass die Gefässe der Rinde zwei Zonen bilden, von denen die innere schmalere ein reicheres Netz und etwas weitere Gefässe darbietet als die äussere (hier von 4 — 10 μ, dort von 6 — 15 μ). Im Mark finden sich theils engere Netze derselben Capillaren, wie sie auch die Rinde zeigt, theils ein reicher *Plexus* kleiner Venen von 15 — 24 — 36 μ, aus dem dann die Wurzeln hervorgehen, die in die Centralvene münden. Von Thieren habe ich den Igel, die Ratte, das Meerschweinchen und die Katze untersucht und nur beim Meerschweinchen zwei Zonen der Rindengefässe gefunden, wie beim Menschen, wogegen bei den anderen Thieren die Blutgefässe durch die ganze Rinde sich gleich verhalten. Die Gefässe des Markes verhielten sich bei allen diesen Thieren wesentlich wie beim Menschen, nur war bei keinem der feinere venöse *Plexus* so schön. Von den Gefässen der Nebenniere des Rindes handelt ausführlich *J. Arnold*, doch habe ich zu bemerken, dass weder der Mensch noch eines der genannten Thiere etwas den von *Arnold* beschriebenen Gefässknäueln der Rinde entsprechendes zeigt. Ausserdem vergleiche man die Arbeiten von *Moers* und *Joesten*, die ebenfalls Schilderungen der Gefässe geben.

Ueber die Lymphgefässe der Nebenniere haben auch die neueren Untersuchungen nichts bestimmtes ergeben, doch werden von mehreren Seiten im Marke des Organes Hohlräume erwähnt, welche diesem Systeme angehören könnten. Dagegen lehren in Betreff der Nerven die Beobachtungen von *Moers* und *Holm*, dass, wie wir schon von *Ecker* und *Virchow* beiläufig erfahren hatten, im Innern des Organes ächte Ganglienzellen sich finden. Nach *Holm*'s ausführlicheren Mittheilungen liegen dieselben sowohl im Verlaufe der Nervenstämmchen als auch mehr frei zwischen den Elementen des Markes, und sind uni-, bi- oder multipolar. Auch in der Rinde finden sie sich bei einigen Geschöpfen. Von den letzten En-

Fig. 374. Querschnitt der Nebenniere des Kalbes, etwa 15mal vergr., mit Natron behandelt. *a*. Rinde, *b*. Mark, *c*. Centralvene von etwas Rindensubstanz umgeben, *d*. drei eintretende Nervenstämme, *e*. Nerven und ihre Ausbreitung im Innern.

digungen der Nerven melden jedoch auch diese Forscher nichts. Die Grösse der Ganglienzellen ist nach *Moers* 45—80 μ in der Länge und 21—71 μ in der Breite. Ich habe diese Ganglienzellen des Markes beim Pferde untersucht und die Angaben der genannten Forscher ganz bestätigt gefunden. Beim Pferde finden sich wirkliche Ganglien, deren Grösse bis 0,3 mm beträgt, neben kleineren und kleinsten Anhäufungen von Zellen, und zeigt jeder grössere Flächenschnitt des Markes fünf bis zehn und mehr derselben. Die Zellen selbst sind rundlich und länglichrund, von 38—42 μ Grösse, und zeigen in einzelnen Fällen bestimmt zwei Ausläufer, deren Verlauf zu verfolgen mir für einmal nicht gelang, indem Goldchlorid, Essigsäure und Carmin bei einigen wenigen Versuchen mich im Stiche liessen.

Für den Physiologen bleibt die Nebenniere nach wie vor ein Räthsel, doch wird es jetzt, da ächte Ganglienzellen im Marke gefunden sind, kaum mehr angehen, bei den Zellen der Markstränge an Beziehungen zum Nervensysteme zu denken. Ich betrachte jetzt den nervösen Antheil der Nebenniere als einen ganglіösen *Plexus* des *Sympathicus*, dessen Ausläufer anderwärts zur peripherischen Ausbreitung gelangen, und die Zellenstränge von Rinde und Mark als einen chemischen Apparat, dessen Bedeutung für den Stoffwechsel im Allgemeinen und den umschlossenen ganglіösen *Plexus* freilich erst noch zu ermitteln ist.

Zur Untersuchung der Nebenniere wähle man vor Allem grössere Säugethiere und dann erst den Menschen. Die Rinde ist leicht zu erforschen, wenn ihre Elemente wenig Fett enthalten, und empfehlen sich vor Allem feine, senkrechte und horizontale Schnitte frischer oder in Alkohol und Chromsäure erhärteter Nebennieren, die man durch etwas Natron aufhellt oder auspinselt oder mit Carmin färbt. Die Marksubstanz zerfällt auch bei Thieren sehr leicht, so dass ihre Elemente nicht oder nur zum Theil in ihren regelrechten Verhältnissen sichtbar werden, doch sieht man dieselben hie und da ohne Weiteres recht hübsch, besser an Schnitten erhärteter Organe. Die Nerven findet man bei Thieren auf feinen Schnitten nach Natronzusatz äusserst leicht und lässt sich, wenn man gerade an den äusserlich sichtbaren Eintrittsstellen derselben einschneidet, ihr Durchtreten durch die Rinde leicht zur Anschauung bringen. Zur Darstellung der Nervenzellen eignen sich Längsschnitte in Alkohol erhärteter Organe nach Färbung mit Carmin am besten (*Holm*). Die Gefässe stellt man am besten bei kleinen Säugern und bei Kindern durch Injectionen von der *Aorta* und der *Cava inferior* oder Nierenvene dar.

Literatur. *Nagel, Diss. sistens ren..succ. mammal. descript.* Berol. 1838, u. *Müll.* Arch. 1836; *C. Bergmann, Diss. de glandulis suprarenal.*, c. tab. Gött. 1839; *A. Ecker*, Der feinere Bau der Nebennieren beim Menschen und den 4 Wirbelthierclassen. Braunschweig 1846, und Art. »Blutgefässdrüsen«, in *Wagn.* Handw. d. Physiol. Bd. IV. 1849; *H. Frey*, Art. »*Suprarenal capsules*«, in *Todd's Cyclop. of Anat.* Oct. 1849; *Leydig*, in Beitr. z. Anat. d. Rochen etc. 1852, und in Anat. Unt. v. Fischen u. Rept. 1853; *B. Werner, De capsulis suprarenal.* Dorp. 1857. *Diss.*; *Vulpian*, in *Gaz. méd.* 1856. p. 656, 1857. p. 84, und *Gaz. hebd.* 1857. p. 665; *R. Virchow*, Zur Chemie der Nebennieren, im Archiv XII. 1857. S. 481; *G. Harley, The histology of the suprarenal capsules*, in *Lancet* 5. und 12. June 1858; *A. Moers*, in *Virch.* Arch. Bd. XXIX. S. 336; *G. Joesten*, in Arch. f. phys. Heilk. 1864. S. 97; *J. Henle*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XXIV. S. 143, und Syst. Anat. Bd. II. Hft. 3; *F. Holm*, in Wien. Sitzungsber. Bd. LIII. April 1866; *J. Arnold*, in *Virch.* Arch. 1866. S. 64. — Ausserdem vergleiche man die Anatomie von *Luschka*.

Von den Geschlechtsorganen.

A. Männliche Geschlechtsorgane.

§. 188.

Die männlichen Geschlechtsorgane bestehen 1) aus zwei den Samen absondernden Drüsen, den Hoden, die nebst besonderen Hüllen, den Scheidenhäuten, im Hodensacke enthalten sind, 2) aus den Ausführungsgängen derselben, den Samenleitern und Ausspritzungsgängen nebst ihren Anhängen, den Samenblasen, 3) aus den Begattungsorganen, dem männlichen Gliede und seinen Muskeln, 4) endlich aus besonderen Anhangsdrüsen, der *Prostata* und den *Cowper*'schen Drüsen.

§. 189.

Die Hoden, *Testes*, sind zwei ächte Drüsen, welche innerhalb einer besonderen Hülle, der *Tunica albuginea sive fibrosa*, die absondernden Elemente, die Samencanälchen, in Gestalt vielfach gewundener Röhrchen, enthalten. Diese Hülle (Fig. 375 *e*) ist eine weisse, derbe und dicke Haut, die im Baue mit anderen fibrösen Häuten (*Dura mater* vor Allem) ganz übereinstimmt und als geschlossene Kapsel das Hodengewebe überall umschliesst. Ihre äussere Fläche ist ausser da, wo der Nebenhoden am Hoden anliegt, durch einen besonderen Ueberzug (*Tunica adnata*) glatt und glänzend, während die innere durch eine dünne Schicht von lockerem Bindegewebe mit dem Hodengewebe sich verbindet und ausserdem noch durch eine bedeutende Zahl von Fortsätzen in das Innere desselben eindringt. Unter diesen ist das *Corpus Highmori, s. Mediastinum testis*, das als ein senkrecht stehendes, 2—2,7 cm langes, am Ursprunge dickes Blatt von derbem Bindegewebe vom hinteren Rande des Hodens etwa 6—9 mm tief ins Innere eindringt, der bedeutendste (Fig. 375 *h*), dazu kommen aber noch viele von der gesammten inneren Oberfläche der *Albuginea* ausgehende platte, aus lockerem Bindegewebe bestehende Fortsätze, *Septula testis* (Fig. 375 *o*), welche, die einzelnen Abtheilungen des Drüsengewebes von einander sondernd und die Gefässe desselben tragend, von allen Seiten gegen das *Corp. Highmori* zusammentreten und zugespitzt an den Rand und die Flächen desselben sich ansetzen.

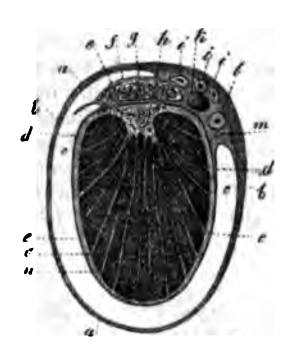


Fig. 375.

Die Drüsensubstanz des Hodens ist nicht durchweg gleichartig, sondern besteht aus einer gewissen Zahl (100—250) birnförmiger, jedoch nicht überall, und vor allem nicht an der Oberfläche des Organes, vollständig von einander gesonderter Läppchen, *Lobuli testis*, welche alle mit ihren Spitzen gegen den *High-*

Fig. 375. Querschnitt durch den rechten menschlichen Hoden und seine Häute. *a. Vaginalis communis*, *b. Vaginalis propria*, äusseres Blatt, *c.* Höhle der *Propria*, die im Leben fehlt, *d.* inneres Blatt der *Propria* (*Adnata*), mit *e.* der *Albuginea* verschmolzen, *f.* Uebergang der *Propria* auf den Nebenhoden *g*, *h. Highmor*'scher Körper, *iii.* Aeste der *Arteria spermatica*, *k. Vena spermatica interna*, *l. Vas deferens*, *m. Art. deferentialis*, *n. Lobuli testis*, *o. Septula.*

mor'schen Körper sich zuneigen, in der Nähe desselben am kürzesten, zwischen den Rändern des Organes dagegen am längsten sind (Figg. 376 *n*, 377 *b*). Ein jedes dieser Läppchen wird von einem bis drei, 0,13 — 0,28 mm ($^1/_8$ — $^1/_{15}$'''), dicken Samenröhrchen oder Samencanälchen, *Tubuli s. Canaliculi seminiferi s. seminales*, gebildet, welche, vielfach gewunden und in ihrem Laufe ziemlich häufig sich theilend, auch wohl untereinander sich verbindend, eine dichte Masse bilden und zuletzt am dicken Ende der Läppchen bald mehr im Innern, bald an der Oberfläche derselben blind oder mit Schlingen enden (Fig. 376). Die Samencanälchen eines Läppchens, obschon durch etwas Bindegewebe und Gefässe mit einander verbunden, lassen sich doch durch sorgfältiges Zerzupfen in grosser Ausdehnung, ja selbst ganz für sich darstellen, und ergibt sich die Länge eines derselben nach *Lauth* zu 28 — 73 mm. — An dem spitzen Ende eines jeden Läppchens werden die Samencanälchen mehr gerade und treten dann jedes für sich, oder die 2 — 3 aus einem Läppchen stammenden zu einem Canälchen vereint, als *Ductuli recti* von 0,22 mm ($^1/_{10}$''') Durchmesser (Fig. 377 *c*) in die Basis des *Highmor*'schen Körpers ein, woselbst sie ein in dessen ganzer Länge sich erstreckendes, sehr dichtes, 1,5 — 6,7 mm breites, 3,3 mm dickes Geflecht, das Hodennetz, *Rete testis* (*R. vasculosum Halleri*) bilden (Fig. 377 *d*). Aus dem oberen Ende dieses Geflechtes, dessen Canälchen von 24 — 80 — 180 μ messen, treten 7 — 15 austretende Samencanälchen, *Vasa efferentia testis s. Graafiana*, von 0,35 — 0,45 mm ($^1/_5$ — $^1/_6$''') hervor (Fig. 377 *e*), die, die *Albuginea* durchbohrend, in den Nebenhoden übergehen. Hier verschmälern sich dieselben bis zu 0,28 mm und 0,22 mm, winden sich in ganz ähnlicher Weise wie die Samencanälchen in den Hodenläppchen, jedoch ohne Theilungen und Verbindungen zu bilden, so dass eine gewisse Zahl kegelförmiger, mit den Spitzen gegen den Hoden zugewendeter Körper, die Samenkegel, *Coni vasculosi* (*s. Corp. pyramidalia*), entstehen (Fig. 377 *f*). Diese Samenkegel setzen, indem sie durch Bindegewebe untereinander sich vereinen, den Kopf des Nebenhodens zusammen, und aus ihren Canälchen, die am hinteren oberen Rande des Nebenhodens nach und nach miteinander zusammenfliessen, entsteht dann der einfache, 0,35 — 0,45 mm dicke Canal der



Fig. 376.

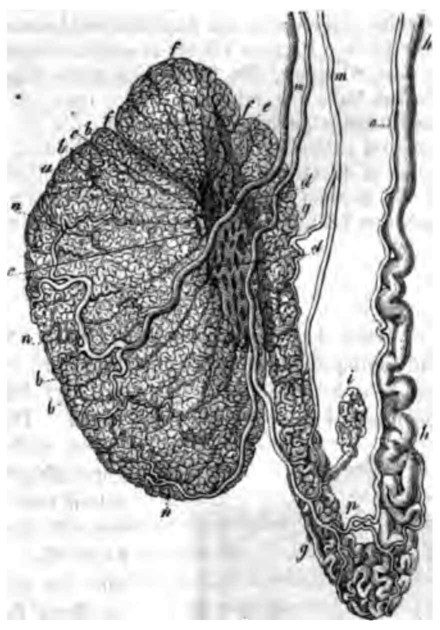


Fig. 377.

Fig. 376. Schema des Verlaufes eines Samencanälchens.

Fig. 377. Hoden und Nebenhoden des Menschen. Nach *Arnold*. *a*. Hoden, *b*. Läppchen des Hodens, *c*. *Ductuli recti*, *d*. *Rete vasculosum*, *e*. *Vascula efferentia*, *f*. *Coni vasculosi*, *g*. Nebenhoden, *h*. *Vas deferens*, *i*. *Vas aberrans*, *m*. Aeste der *Spermatica interna* zum Hoden und Nebenhoden, *n*. Verästelung am Hoden, *o*. *Art. deferentialis*, *p*. Verbindung mit einem Zweige der *Spermatica*.

Epididymis (Fig. 377 *g*), der in bekannter Weise gewunden den Körper und Schweif des Nebenhodens bildet, gegen sein unteres Ende gewöhnlich einen blinden Ausläufer (*Vas aberrans Halleri*) abgibt (Fig. 377 *i*) und dann in den anfangs 0,5 — 0,7 mm weiten und noch gewundenen, bald geraden und 1,6 — 2,2 mm weiten Samenleiter (Fig. 377 *h*) übergeht. — Auch der Nebenhoden hat eine, jedoch sehr dünne (von 0,36 mm) Faserhaut von grauweisser Farbe.

In Betreff des Verlaufes der Samencanälchen, die immer noch nicht so aufgeklärt ist, als es wünschbar wäre (s. m. Mikr. Anat. II. 2. S. 391 und *Henle*'s *Splanchnologie*, S. 352, hat in neuerer Zeit *Sappey* (Anat. 3. Fasc. p. 556) die genauesten Aufschlüsse gegeben. Löst man durch Maceration in verdünnter Salpetersäure die Bindesubstanz der Hodenläppchen auf, so ist es leicht, vom *Corpus Highmori* aus die Samencanälchen einzeln zu verfolgen und zeigt sich, dass dieselben 70 — 80 cm (25 — 31″) lang sind und, wie ich schon seit langem behaupte, theils mit blinden Enden, theils mit Anastomosen ausgehen. Die blinden Enden liegen nach *Sappey* 1 — 3 mm unter der *Albuginea*, ausserdem kommen an jedem Canälchen, besonders in der äusseren Hälfte, noch 1 — 7 Seitenäste von 2 — 3 mm Länge vor, die ebenfalls blind enden. — Anastomosen finden sich nach *Sappey* in doppelter Weise: als Verbindungen der Canälchen zweier Läppchen und als Anastomosen der Aeste eines und desselben Canälchens. Zu letzteren rechne ich auch die von *S.* beschriebenen Theilungen und Wiedervereinigungen im Verlaufe eines Canälchens.

Die *Septula testis* enthalten neben lockerem Bindegewebe viele blasse, rundliche Zellen ähnlich denen, die im embryonalen Bindegewebe vorkommen, von denen bei älteren Leuten einzelne oder viele, oft haufenweise beisammen liegende sich vergrössern und Fetttropfen oder braune Pigmentkörner in sich erzeugen. Aehnliche Zellen finden sich auch spärlicher in dem wenigen, die Canälchen eines Läppchens vereinenden Bindegewebe. Mit diesen Worten habe ich schon im Jahre 1854 (Mikr. Anat. II. 2. S. 392) eine Zwischensubstanz des Hodenparenchyms beschrieben, die *Henle* in seiner *Splanchnologie* als noch unbekannt und von räthselhafter Bedeutung schildert. Meiner Meinung nach gehören die fraglichen Zellen in die Gruppe der indifferenten Zellen der Bindesubstanz, schliessen sich am nächsten an die blassen, runden Zellen des fettlosen Bindegewebes der *Tunica dartos* an und stehen auch den ächten Fettzellen in ihrer Bedeutung nicht fern.

§. 190.

Bau der Samencanälchen, *Sperma*. Die Samencanälchen des Hodens sind, entsprechend ihrem Durchmesser, etwas derber gebaut als andere Drüsencanäle, und bestehen aus einer Faserhaut und einem zelligen Inhalte, der weiter unten besonders besprochen werden wird. Die Faserhaut von 5 — 11 μ Dicke wird aus einem undeutlich faserigen Bindegewebe mit platten, kernhaltigen Bindegewebskörperchen ohne Muskeln und selten mit einer Andeutung von elastischen Fäserchen zusammengesetzt, ist ziemlich fest und dehnbar und zeigt eine durch *Kali causticum* leicht nachzuweisende und bis zu 10 — 20 μ aufquellende *Membrana propria* an ihrer Innenseite. Denselben Bau wie die Hodencanälchen besitzen auch die *Ductuli recti*, wogegen im *Rete testis* eine besondere Faserhaut nicht unterschieden werden kann und die Canäle desselben mehr nur wie von einem Cylinderepithel von 15 — 16 μ Dicke ausgekleidete Lücken in dem derben fibrösen Gewebe des *Highmor*'schen Körpers erscheinen. In den *Coni vasculosi* tritt die Faserhaut wieder auf und kommt nun



Fig. 378.

Fig. 378. Stück eines Samencanälchens des Mannes, 350mal vergr. *a.* Faserhülle mit Längskernen, *b.* *Membrana propria*, *c.* Epithel.

bald auch eine Lage glatter Muskeln dazu, die mit queren und der Länge nach ziehenden Fasern (nach *Henle* finden sich hier nur Ringfasern) noch an Canälen von 0,35 — 0,45 mm zu erkennen ist. Die dickeren Theile des Nebenhodencanales sind mit Bezug auf die Muskeln ebenso gebaut wie der Samenleiter (s. unten). Das Epithel des Nebenhodens anlangend, so glaubte man früher, dasselbe sei ein einfaches Cylinderepithel, nun hat aber *O. Becker* im Jahre 1856 die hübsche Entdeckung gemacht, dass dasselbe im grössten Theile desselben ein Flimmerepithelium ist. Ich habe die Angaben dieses Forschers an den Hoden eines Selbstmörders im Wesentlichen vollkommen bestätigt gefunden. Hier fand sich schon in den *Vascula efferentia* ein einfaches Epithel mit walzen- oder kegelförmigen Zellen von 22 — 23 μ Länge, bräunlichen Körnchen im Innern und Flimmern von 6,7 — 9 μ Länge (Fig. 379 *A*).

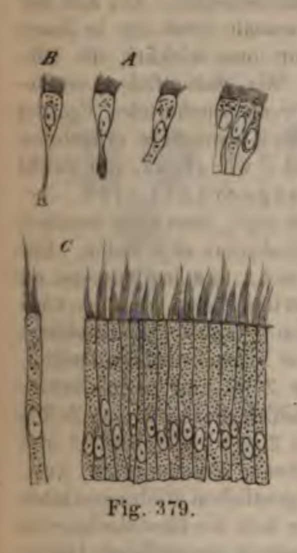


Fig. 379.



Fig. 380.

In den *Coni vasculosi* waren die Zellen ebenso beschaffen, nur etwas länger und der Flimmersaum von 11 μ Breite. Im Anfange des Nebenhodencanales bis gegen die Mitte des Nebenhodens zeigte sich ein mächtiges Epithel mit zarten, feine dunkle Körnchen enthaltenden, walzenförmigen Zellen von erstaunlicher Länge (von 45 — 50 μ), deren Kern meist unter der Mitte sass, und deren oft büschelförmig verklebte Wimpern die Länge von 22 — 33 μ besassen (Fig. 379 *B*). Bei einer früheren Untersuchung sah ich dieses Epithel nur einschichtig, jetzt aber kann ich mittheilen, dass ich in Einem Falle, wie diess schon *Becker* angegeben und *Henle* bestätigt hat, noch eine zweite Lage kleiner, rundlicher Zellen in der Tiefe wahrgenommen habe (Fig. 380). In der Mitte des Nebenhodens bemerkte ich immer noch einzelne dieser langen Zellen, doch konnte ich mich nicht überzeugen, dass dieselben nicht von höher oben stamm-

Fig. 379. Epithelzellen aus dem Nebenhoden eines Selbstmörders, 350 mal vergr. *A.* aus den *Vascula efferentia*, *B.* aus den *Coni vasculosi*, *C.* aus dem Anfange des Nebenhodencanales.

Fig. 380. Querschnitt durch ein Canälchen aus dem Kopfe des Nebenhodens. Die Faserwand zeigt Ringfasern und Längsfasern. Im Epithel eine äussere Lage Kerne, kleinen, tiefliegenden Zellen angehörend, und lange Wimpern tragende Zellen, deren Kerne in verschiedenen Höhen liegen. Durchmesser des Canales 0,22 mm, des Lumens 89 μ, Dicke des Epithels 54 μ, Länge der Wimpern 23 — 27 μ.

ten, um so mehr, da neben ihnen auch kürzere Zellen ohne Wimpern sich fanden. Aehnliche Zellen, wie die letztgenannten, enthielt auch die *Cauda* und der Anfang des *Vas deferens*, nur dass von denen der letzten Stelle manche wie einen hellen, breiteren Endsaum besassen. Flimmerung sah ich in diesem Falle nicht, doch habe ich mich von dem Vorkommen derselben bei Säugern hinreichend überzeugt und wie *Becker*, der dieselbe auch in einem ausgeschnittenen Nebenhodenstücke des Menschen sah, davon vergewissert, dass dieselbe in der Richtung gegen das *Vas deferens* geht.

Der Inhalt der Samencanälchen ist mit dem Alter verschieden. Bei Knaben und jungen Thieren finden sich in den in dieser Zeit engeren Canälchen nichts als kleine, helle Zellen, von denen die äussersten als Epithelialzellen genommen werden können, jedoch nicht immer deutlich von den andern sich unterscheiden. Zur Zeit der Geschlechtsreife nehmen mit der Vergrösserung der Samencanäle auch die in ihnen enthaltenen Elemente an Umfang zu und erscheinen, wenn nun wirklich die Bildung des Samens eingeleitet ist, als eigenthümlicher, die Samenfäden erzeugender Inhalt, der als sich entwickelnder Drüsensaft oder als wucherndes Epithel genommen werden kann. Fertigt man von in Alkohol oder Chromsäure erhärteten Hoden Querschnitte der Samencanälchen an, so ergibt sich, wie *Henle* mit Recht angibt, dass die Elemente des Inhaltes wie in Radien angeordnet sind, dagegen kann ich diesem Forscher nicht zustimmen, wenn er sagt, dass statt deutlich abgegrenzter Zellen, auch wohl nur Kerne in heller Grundsubstanz sich finden. Die genauere Beschaffenheit des Inhaltes anlangend, so zeigt sich, dass zu äusserst an der Wand polygonal gegen einander abgeplattete epitheliumartige Zellen von 11 — 18 μ Breite mit schönen Kernen und Kernkörperchen sich finden; dann folgen rundliche Zellen in mehrfachen Reihen, unter denen häufig welche in Vermehrungszuständen, d. h. mit 2 *Nucleolis* in Einem Kerne, 2 *Nucleis* in Einer Zelle und eingeschnürte mit 2 Kernen, vorkommen (Fig. 382 *A* 3), zu innerst endlich liegen kleine Zellen mit Einem Kerne und in geringerer Zahl grössere Zellen mit 2 — 5, ja selbst 10 und 20 hellen Kernen von 5 — 8 μ Grösse. Diese Zellen und Blasen (Samencysten) nun, deren Grösse zwischen 11 und 67 μ schwankt, sind die eigentlichen Bildungsstätten der beweglichen Elemente des Samens und bieten sich zur Zeit der Geschlechtsreife in allen Uebergängen zu Samenfäden dar, deren mehr weniger ausgebildete fadenförmige Anhänge gegen die Mitte der Samencanälchen hineinragen. Hier finden sich manchmal nichts als solche in Bildung begriffene Samenfäden, theils frei, theils noch in ihren Zellen sitzend, andere Male trifft man jedoch neben den Fäden etwas Flüssigkeit, und können dann die Samencanälchen auf Querschnitten das Bild eines Rohres bieten, dessen dicke, radiär streifige Wand scheinbar mächtige Wimpern (die Samenfäden) trägt. — Im reifen Zustande besteht der Samen einzig und allein aus einer höchst geringen Menge einer zähen Flüssigkeit und unzähligen kleinen, stecknadelförmigen, mit eigenthümlicher Bewegung begabten Körperchen, den Samenfäden, *Fila spermatica*, oder Samenthierchen, *Spermatozoa*, (auch *Spermatozoiden*). Diese Samenfäden sind vollkommen gleichartige, weiche Körperchen, an denen ein dickerer Theil, der Körper, auch Kopf, und ein fadenförmiger Anhang, der Faden oder Schwanz unterschieden werden. Der erstere ist abgeplattet, von

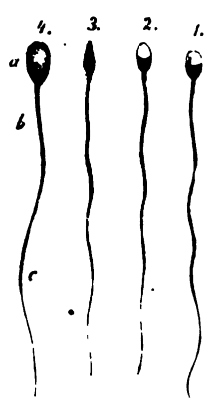


Fig. 381.

Fig. 381. 1. 2. 3. Samenfäden des Menschen. 570mal vergr. 1. 2. von der Fläche, 3. von der Seite, 4. ein Samenfaden des Stieres, 450mal vergr. *a.* Körper, *b.* Mittelstück, *c.* Endfaden.

der Seite birnförmig, mit dem spitzen Ende nach vorn, von der Fläche eiförmig oder selbst vorn abgerundet und zugleich, jedoch mehr nach vorn zu, leicht napfförmig ausgehöhlt, so dass er in der Mitte bald hell, bald dunkel erscheint. Seine Grösse beträgt 3 — 5 μ Länge, 1,8 — 3,3 μ Breite, 1,1 — 1,8 μ Dicke, und sein Aussehen ist, je nachdem er auf der Fläche oder Kante liegt, heller oder dunkler, immer mit einem eigenthümlichen fettartigen Glanze und namentlich in der Seitenansicht dunklen Umrissen. Der blasse Faden hat im Mittel 45 μ Länge, ist vorn, wo er durch eine Einschnürung mit dem breiteren Ende des Körpers sich verbindet, breiter (von 0,6

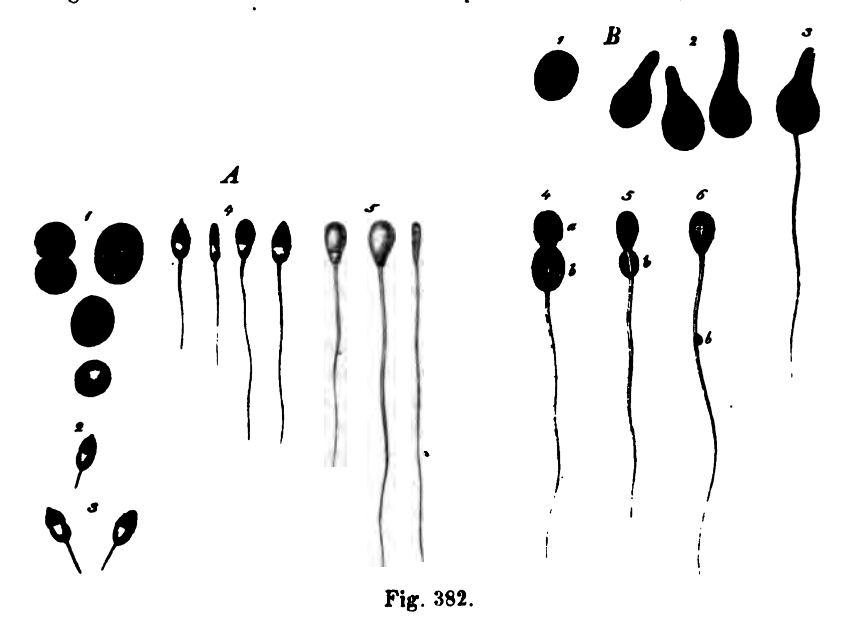


Fig. 382.

— 1 μ) und ebenfalls platt, und läuft allmählich in eine ganz feine, selbst bei den besten Vergrösserungen kaum sichtbare Spitze aus. Aus diesen Körperchen und hie und da einzelnen mehr zufällig beigemengten Körnchen, Kernen, Zellen, findet man den Samen im ganzen Laufe des Samenleiters und im Schwanze des Nebenhodens bei kräftigen Männern zusammengesetzt, wogegen im oberen Theile von diesem und im *Rete Halleri* selbst noch andere Elemente, und zwar die oben geschilderten Zellen und Cysten vorwiegender werden und in den Samencanälchen des Hodens den Hauptbestandtheil bilden. Diese Samenzellen und Cysten, wie ich sie nenne, stehen in bestimmter Beziehung zu den Samenfäden, und zwar entwickelt sich, wie ich im

Fig. 382. Aus dem Samen des Stieres, 450mal vergr. *A*. Bildung der Samenfäden. 1. Samenzellen mit einem und zwei Kernen, von den einer bereits länglich ist und einen vorderen dunkleren und einen hinteren hellen Theil besitzt. 2. 3. Solche Kerne frei mit hervorsprossenden Fäden. 4. Solche mit längeren Fäden und schon zum Theil birnförmigem Körper. 5. Ein fast reifer Faden, dessen Körper noch einen Rest der ursprünglichen hellen, hinteren Zone zeigt, und daneben zwei entwickelte Samenfäden aus dem Nebenhoden, von der Fläche und von der Kante. *B*. Hervorbrechen der Samenfäden. 1. Samenzelle mit eingerolltem Samenfaden. 2. Durch theilweises Strecken des Fadens birnförmig gewordene Samenzellen. 3. Samenzelle mit durchgebrochenem Faden. 4. Ebensolche *b*, wo auch der Körper des Samenfadens hervorgetreten ist, jedoch noch eine Bekleidung von der Zellmembran *a* besitzt. 5. Samenfaden aus dem Nebenhoden mit einem Reste der Mutterzelle *b*. 6. Samenfaden aus dem *Vas deferens*, bei dem der sehr verkleinerte Anhang *b* weiter rückwärts sitzt.

Jahre 1855 nachgewiesen habe, aus jedem Kerne derselben Ein Samenfaden dadurch, dass der Kern sich verlängert und von seinem einen Ende aus einen Faden treibt während zugleich der Rest des Kernes birnförmig gestaltet zum Körper des Samenfadens wird. Der eigentliche Heerd dieser Entwickelung ist der Hoden, so dass man unter regelrechten Verhältnissen sicher sein kann, in den meisten, ja oft in allen Samencanälchen ohne Ausnahme in der Entwickelung begriffene Samenfäden zu finden. Im gesetzmässigen Laufe der Dinge werden die Samenfäden im Hoden selbst nicht oder nur dem kleinsten Theile nach frei, und die Samencanälchen sind daher nichts weniger als der Ort, in dem man nach Samenfäden zu suchen hat, obschon man sie auch hier bei Wasserzusatz nie vermissen wird, weil durch dasselbe die umschliessenden Theile platzen, vielmehr geschieht diess erst im *Rete testis* und den *Coni vasculosi*. Bevor diess geschieht, legen sich nicht selten die Samenfäden, wenn sie zu vielen (10—20) vorhanden sind, in ihren Cysten ganz regelmässig mit den Köpfen und Schwänzen zusammen in ein gebogenes Bündel aneinander, während sie, wenn sie in geringer Zahl sich finden, ohne Ordnung durcheinander liegen. Endlich platzen diese Zellen und Cysten, die Samenfäden werden frei und erfüllen zum Theil noch in Bündeln, die jedoch ebenfalls bald sich lösen, zum Theil frei in dichtem Gewirre den Nebenhoden ganz. In dessen unterem Theile ist der ganze Entwickelungsverlauf in der Regel geschlossen, doch geschieht es nicht selten, dass einzelne Zwischenformen auch noch weiter geführt werden und erst im Samenleiter an das Ziel ihrer Ausbildung gelangen. Zu bemerken ist noch, dass die Samenfäden, wenn sie nur zu Einem in einer Zelle enthalten sind, derselben oft eine besondere birnförmige Gestalt geben (Fig. 382 *B*), ferner, dass sie sehr häufig auch ihre Zellen einfach durchbrechen (Fig. 382 *B* 3, 4), so dass grössere oder kleinere Reste derselben in Form kappenartiger Ueberzüge der Körper oder rundlicher Anhängsel ihrer Fäden an ihnen zurückbleiben (Fig. 382 *B* 5, 6), von denen die letzteren oft an der grossen Mehrzahl der Samenfäden des Nebenhodens zu sehen sind und selbst noch im reifen *Sperma* vorkommen können.

Der Samen als Ganzes betrachtet ist, wie er im *Vas deferens* sich findet, eine weissliche, zähe, geruchlose Masse, die fast nur aus Samenfäden besteht, und zwischen denselben äusserst wenig einer verbindenden Flüssigkeit enthält. Die chemische Zusammensetzung dieses reinen Samens ist beim Menschen noch nicht erforscht, dagegen wissen wir durch *Frerichs* vom Samen des Karpfen, dass die Samenflüssigkeit geringe Mengen von schwefel- und phosphorsauren Alkalien enthält, während die Spermatozoen aus einer Proteinverbindung (nach *Frerichs* Proteinbioxyd) bestehen und daneben 4,05 Proc. eines gelblichen, butterartigen Fettes und 5,21 Proc. phosphorsauren Kalk enthalten. Ich selbst fand im reifen Samen des Ochsen: Wasser 82,05, feste Substanz 17,94. Von dieser kamen auf den Eiweisskörper der Samenfäden 13,138, auf phosphorhaltiges Fett 2,165, Salze 2,637. — Der entleerte Samen ist ein Gemenge reinen Samens und der Absonderungen der Ampullen der Samenleiter, der Samenbläschen, der *Prostata* und der *Cowper*'schen Drüsen. Derselbe ist eher farblos, schillernd, von alkalischer Reaction und eigenthümlichem Geruche; bei der Entleerung zähflüssig und klebrig wie Eiweiss, wird derselbe beim Erkalten gallertartig, nach einiger Zeit jedoch wieder dünner und flüssig. Mikroskopisch untersucht findet man in demselben neben den Spermatozoen eine ziemliche Menge einer hellen Flüssigkeit, die bei Wasserzusatz in unregelmässigen, weisslichen Flocken und Fetzen erscheint und unzweifelhaft vorzüglich aus den Samenbläschen stammt. Dieser gerinnende Stoff, den *Henle* als Fibrin bezeichnete und *Lehmann* für Natronalbuminat hält, ist von *Vauquelin*, der menschlichen entleerten Samen untersuchte, zusammen mit der Substanz der Samenfäden als *Spermatin* bezeichnet worden, wovon er 6 Proc. fand, während sonst noch 90 Proc. Wasser, 3 Proc. Erdphosphate und 1 Proc. Natron vorhanden waren. — Trocknet man *Sperma* ein, so bilden sich unzählige Krystalle von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia zwischen

den unversehrten Spermatozoen, welche überhaupt. wahrscheinlich ihres bedeutenden Gehaltes an Kalk wegen, schwer zerstörbar sind. Dieselben lassen sich in Samenflecken noch nach langer Zeit beim Aufweichen derselben nachweisen, widerstehen in Wasser und thierischen Flüssigkeiten der Fäulniss sehr lange (*Donné* sah sie noch nach drei Monaten in faulem Harne) und bleiben selbst beim Glühen der Form nach unverändert zurück (*Valentin*). Die folgenden Angaben beziehen sich auf die Samenfäden des Stieres: Concentrirte Schwefelsäure färbt den Samen gelblich, löst jedoch selbst in 24 Stunden die Samenfäden nicht. In Traubenzucker und SO_3 wird der Samen purpurroth, doch betrifft die Färbung nur die Zwischensubstanz. Concentrirte Salpetersäure färbt das *Sperma* gelblich und, wie es scheint, auch die Samenfäden etwas, die, ausser dass sie etwas schrumpfen, selbst nach 24 Stunden unverändert erscheinen. Zwei Minuten lang mit NO_5 gekocht, lösen sich die Fäden ebenfalls nicht. Salzsäure verändert in der Kälte die Fäden nicht. Nach dem Kochen sind die Körper noch da, aber ungemein blass, während die Fäden geschrumpft erscheinen. Mit *Millon*'s Reagens gekocht erscheint der Samen röthlich bis roth, und scheinen auch die Samenfäden etwas gefärbt. *Acidum aceticum glaciale* wirkt weder in der Kälte noch nach anhaltendem Kochen und halten sich die Samenfäden Wochen lang in dieser Säure. Viel stärker als die Säuren greifen kaustische Alkalien ein, doch wirken auch sie in der Kälte fast nicht, man mag 1 % oder 35 % Lösungen anwenden. Bei erhöhter Temperatur lösen sich erst die Fäden und viel später die Körper, letztere auch in 35 % Lösungen langsam. — Diesem zufolge ist die Substanz der Samenfäden der Säuger (über die der anderen Wirbelthiere siehe meine oben angeführte Abh.) kein Eiweisskörper, nähert sich vielmehr der Substanz, die die Hüllen der Zellenkerne und elastischen Fasern bildet, löst sich jedoch leichter als die letzteren in kaustischen Alkalien.

Die Bewegungen der Samenfäden fehlen im reinen Samen oft, da derselbe zu wenig Flüssigkeit enthält, vielmehr treten dieselben erst im Inhalte der Samenbläschen und im entleerten Samen auf oder wenn man reinen Samen verdünnt. Dieselben kommen einzig und allein durch abwechselndes Zusammenkrümmen und Ausstrecken oder schlängelnde Bewegungen der fadenförmigen Anhänge zu Stande und bewirken, wenigstens beim Menschen und bei Säugethieren, so lebhafte und mannichfache schlängelnde, drehende, zuckende Ortsbewegungen, wobei der Kopf immer vorangeht, dass man früher die Samenelemente für Thiere nahm. — Die Dauer der Bewegungen richtet sich nach verschiedenen Umständen. In Leichen nimmt man dieselbe nicht selten 12—24 Stunden nach dem Tode noch wahr (*Valentin* sah sie einmal schwach noch nach 84 Stunden), und in den weiblichen Genitalien bewegen sie sich bei Säugethieren noch nach 7 und 8 Tagen. Wasser macht die Bewegungen bald aufhören, und rollen sich nicht selten die Fäden schlingenförmig oder ösenartig auf. In diesem Zustande sind jedoch die Samenfäden nicht todt, wie man früher allgemein annahm, indem es, wie ich gefunden, gelingt, dieselben durch Zusatz concentrirterer Lösungen von Salzen, Zucker, Eiweiss, Harnstoff etc. wieder zu beleben. Alle thierischen Flüssigkeiten von alkalischer Reaction und mässiger Concentration sind den Bewegungen der Samenfäden günstig, wogegen saure oder zu dünne Lösungen, wie der Harn, saure Milch, saurer Schleim, verdünnte Galle, eine schädliche Einwirkung haben. Lösungen mehr indifferenter Substanzen, wie von Zucker, Eiweiss, Glycerin, Amygdalin, Harnstoff sind unschädlich, wenn sie mässig concentrirt sind, schädlich, wenn sie zu verdünnt oder zu concentrirt sind. Im letzteren Falle bringt Wasser, im ersteren Zusatz einer beliebigen concentrirten, an und für sich nicht schädlichen Substanz die Samenfäden wieder zum Leben. Genau in derselben Weise wirken alkalische Salze von neutraler Reaction. So wirkt günstig Kochsalz von 1 %, Glaubersalz und Bittersalz bei 3 %. Lösungen darüber und darunter heben die Bewegungen auf, doch lassen sich auch in diesem Falle die Samenfäden in derselben

Weise. wie vorhin angegeben, wieder beleben. **Säuren, Metallsalze, kaustische Alkalien** sind schädlich, doch geht bei den letztgenannten Substanzen meinen Erfahrungen zufolge der ungünstigen Einwirkung ein Zustand der **Erregung**, der lebhafteren Bewegung voran, so dass das **kaustische Kali und Natron als eigentliche Erreger der Samenfäden bezeichnet werden können.** Narcotica sind nur dann ungünstig, wenn sie auf die chemische Zusammensetzung der Samenfäden einwirken oder zu verdünnt oder zu concentrirt sind. Alkohol, Aether. Oele, Kreosot, Chloroform, Gerbstoff etc. sind schädlich. Für weitere Einzelnheiten siehe meine schon erwähnte Abhandlung und die Untersuchungen von *Quatrefages*. Kälte hebt die Bewegungen der Samenfäden auf, ebenso eine Temperatur von + 42 — 45° R., doch kommen Samenfäden, wenn die Temperatur nicht zu niedrig war, in der Wärme wieder zur Bewegung.

Die letzten Jahren haben in Betreff der Entwickelung der Samenfäden und ihres Baues eine Reihe neuer Darstellungen gebracht, die hier noch besprochen werden sollen.

Den Bau der Samenfäden anlangend, so verdanken wir *Schweigger-Seidel* die Beobachtung, dass die Samenfäden der Amphibien, Vögel und Säuger aus drei Theilen, einem Körper, einem Mittelstücke und einem Endfaden bestehen, welcher ich mich nach wiederholter Untersuchung der Samenfäden der Säuger vollkommen anschliesse und besonders die grossen Elemente des Stieres zur ersten Beobachtung empfehle (Fig. 381 4). Das Mittelstück wurde bisher als dicker, vorderer Theil des sogen. Schwanzes beschrieben, ist jedoch wie gegen den Körper, so gegen den Endfaden durch eine deutliche Trennungslinie abgegrenzt. Ob dieses Stück, dessen Länge bei Säugern nach *Schw.-S.* von 9 — 23 μ, beim Menschen 6 μ misst, wirklich ebenso bewegungslos ist wie der Körper, scheint mir noch nicht ganz ausgemacht, dagegen kann ich ebenso wie mehrere andere Forscher gegen die Annahme *Grohé*'s mich aussprechen, derzufolge der Körper der Samenfäden auch contractil sei. — *Grohé* und *Schweigger-Seidel* nehmen an allen Theilen der Samenfäden eine Zusammensetzung aus einer Hülle und einem Inhalte an, mir scheint jedoch, dass die bisherigen Erfahrungen keinen zwingenden Grund zu einer solchen Aufstellung enthalten.

An den Zellen im Innern der Samencanälchen hat *de la Valette St. George* bei vielen Thieren, auch bei Säugern, amöboide Bewegungen gesehen. *E. Sertoli* beschreibt aus den Hodencanälchen des Menschen, die er 3 — 5 Tage und mehr in Sublimat von 0,15% und dann einige Tage in destillirtem Wasser macerirt hatte, die äussersten Zellen als von eigenthümlicher Gestalt. Dieselben sollen nämlich nach dem Innern der Canälchen zu in einfache oder mehrfache Ausläufer übergehen, auch wohl unter einander zusammenhängen. Obgleich ich diesem Gegenstande keine grössere Aufmerksamkeit geschenkt habe, so glaube ich doch diese Beobachtungen für richtig halten zu dürfen, und habe ich an in *Kali causticum conc.* macerirten Samencanälchen des Menschen Andeutungen der Formen gesehen, die *S.* abbildet.

Die **Entwickelung der Samenfäden** ist von *Henle*, *de la Valette St. George* und *Schweigger-Seidel* untersucht worden, und stimmen alle diese Beobachter mit mir überein, dass der Körper der Samenfäden aus den Kernen der Samenzellen hervorgeht. Auf der andern Seite sind dieselben aber auch ebenso einstimmig in der Vermuthung, dass die Samenzellen selbst an der Bildung des Fadens (Mittelstück und Endfaden) einen Antheil nehmen, der freilich von keinem dieser Forscher genauer bestimmt wird. Ich habe demzufolge meine Untersuchungen über diesen Gegenstand von neuem aufgenommen und finde ich auch jetzt keine Veranlassung, von dem abzugehen, was ich früher ausgesagt. Dass die Samenzellen keinen wesentlichen Antheil an der Bildung der Fäden der Spermatozoen haben, geht am besten daraus hervor, dass **sehr oft viele Samenfäden in Einer Zelle sich bilden**, wobei sie entweder mit den sich entwickelnden Fäden gleich die Zelle durchbrechen (Zeitschr. f. wiss. Zool. VII. Taf. XIII. Fig. 2 7, 8) oder, was allerdings seltener ist, innerhalb derselben eingerollt sich finden (Fig. 382 *B* 1. 2). Wenn *Henle* das Vorkommen solcher eingerollter, in Zellen liegender Samenfäden läugnet und angibt, man finde dieselben nur in Medien, die die bekannten Oesenbildungen erzeugen, so hätte er wohl bedenken können, dass mir doch eine gewisse Erfahrung über die Einwirkung verschieden starker Lösungen auf die Samenfäden nicht abgeht, wenigstens weiss ich, dass man, um aufgerollte, in Zellen liegende Samenfäden zu finden, die Hoden nicht in Alkohol

härten darf, wie *H.* gethan hat. Ich behaupte somit nach wie vor das Vorkommen innerhalb ihrer Bildungszellen eingerollter Fäden, die ich auch jetzt wieder beim Stiere und Rehe beobachtet und die auch *de la Valette St. George* sah, doch lege ich auf dieses Verhalten wenig Gewicht, wohl aber auf die Bildung mehrerer und vieler Samenfäden aus den Kernen vielkerniger Zellen, indem ich nicht einsehe, in welcher Weise, wenn 4 oder 10 oder 20 Kerne in Einer Zelle liegen, der Inhalt derselben an der Bildung der Fäden sich betheiligen soll. Zum Ueberfluss habe ich auch jetzt wieder Kerne mit kurzen, hervorsprossenden Fäden in solcher Anzahl gesehen, dass ich nicht den geringsten Grund habe, den Faden von irgend etwas anderem abzuleiten als vom Kerne selbst. In Betreff der Art und Weise der Bildung des Fadens aus dem Kerne, welche Frage ich schon früher als nicht abgeschlossen bezeichnete, habe ich nun übrigens bei Anwendung stärkerer Linsen, als ich sie im Jahre 1855 hatte, einige Erfahrungen gemacht, die mir der Mittheilung werth erscheinen. Ich fand nämlich bei Untersuchung des unreifen Sperma's des Stieres in Kochsalz von $^1/_2$ Proc. die in Fig. 383 verzeichneten Formen, die mir früher nicht zu Gesicht gekommen waren, aus denen mir zu folgen scheint, dass bei der Bildung des Fadens der sich entwickelnde Kern erst an einem Pole in eine zarte Röhre (*b*) auswächst und dann am Ende derselben eine Oeffnung erhält, und dass der Faden eine Wucherung des Kerninhaltes ist, der innerhalb besagter Röhre in Gestalt eines kegelförmigen Körpers (*c*) hervortritt, aus welchem dann der Faden hervorsprosst. Der Anhang der Kernmembran geht später verloren, und solche Samenfäden stellen sich dann so dar, wie ich sie früher abgebildet (Fig. 382 *A* 2. 3. 4), dagegen ist mir noch nicht ganz klar, ob der mit *c* bezeichnete conische Zapfen, der mir wuchernder Kerninhalt zu sein scheint, später zum Mittelstücke des Samenfadens sich gestaltet oder in den Körper mit aufgenommen wird; doch ist mir ersteres wahrscheinlicher. Am vorderen Ende sich entwickelnder Samenfäden sah ich auch jetzt wie früher oft eine kleine knopfförmige Anschwellung, die an den *Nucleolus* des ursprünglichen Kernes erinnerte, doch möchte ich vorläufig eine Verwerthung desselben für die ausgebildeten Samenfäden nicht behaupten. — Noch bemerke ich, dass offenbar auch *Henle* Formen wie Fig. 383 2 gesehen hat (*Splanchn.* Fig. 265), doch deutete er den blassen Anhang irrthümlich als Samenzelle, indem er vielleicht diese Form mit anderen verwechselte, in denen wie in Fig. 382 *B* 2 der Körper eines in einer Zelle liegenden Samenfadens eine Hervorragung der Zelle bewirkt.

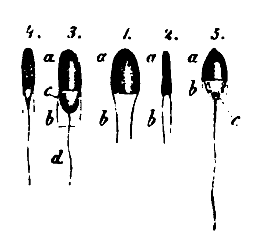


Fig. 383.

Die Zellen der Samencanälchen zeigen manchmal schon in jüngeren Jahren, fast immer bei vorgerückterem Alter, einen bald grösseren, bald geringeren Gehalt an gelblichen oder bräunlichen Pigmentkörnchen oder an Fetttröpfchen, welcher, wenn vorhanden, in den äussersten epithelartigen Zellen am ausgeprägtesten ist.

Die Wand der Samencanälchen mit Inbegriff der *Membrana propria* lässt *Henle* aus platten, rhombischen, kernhaltigen Schüppchen bestehen, die in den inneren Lagen desselben innig mit einander verschmelzen und hier die Kerne nur undeutlich zeigen. Hiermit kann ich nicht übereinstimmen, und halte ich einmal die *Membrana propria* für eine besondere Bildung, da nie Kerne in derselben sich finden und dieselbe, wie meine Untersuchungen darthun (Mikr. Anat. II. 2. S. 424), vor der Faserhaut sich entwickelt. Zweitens habe ich zwar die von *Henle* beschriebenen platten Zellen an der Oberfläche der Samencanälchen oft genug gesehen, dagegen mich nicht davon zu überzeugen vermocht, dass dieselben nicht dem interstitiellen Bindegewebe oder dem Epithel der umliegenden Gefässe oder Lymphräume angehören. In der Wand der Samencanälchen selbst kommen allerdings nicht nur Kerne, wie ich früher angab, sondern kernhaltige Zellen vor; allein ich finde

Fig. 383. Zur Entwickelung der Samenfäden des Stieres. Vergr. 570. 1. 2. Platte Kerne von Samenzellen, vorn bei *a* verdickt, hinten in eine zarte Röhre *b* ausgezogen, von der Fläche und von der Seite. 3. 4. Zwei Ansichten eines solchen Kernes, bei dem schon der Faden hervorsprosst; *c*. kegelförmiger, zarter Anhang, der wuchernder Kerninhalt zu sein scheint; *d*. Faden; 5. weiter entwickelter Samenfaden, an dem die Röhre *b* in der Rückbildung begriffen ist.

neben denselben noch eine Zwischensubstanz, und erklärt namentlich diese das starke Aufquellen der Faserlage der Canälchen in verdünnten Alkalien.

Samenfäden können nach eingetretener Pubertät zu allen Altern im Hoden sich bilden, und haben ich selbst, *Duplay* und *Henle* dieselben auch bei Greisen von 70 und 80 Jahren gesehen. Doch werden sie im Alter und in jüngeren Jahren, in diesem Falle, wie es scheint, besonders nach langwierigen Krankheiten, auch häufig vermisst, und ist es Thatsache, dass man dieselben in Leichen, wie sie gewöhnlich zur Untersuchung kommen, selten reichlich trifft und sehr häufig ganz vermisst. — Die Fähigkeit zur Erzeugung von *Sperma* haben unzweifelhaft alle Samencanälchen des Hodens, doch trifft man nicht bei jedem Individuum in allen Canälchen sich entwickelnde Samenfäden, was ich besonders entschieden in Einem Falle beim Stiere sah, in welchem gewisse Samencanälchen enger und ohne Samenfäden waren, andere dieselben in reichlicher Entwickelung zeigten. Doch liess sich keine Gegend des Hodens auffinden, in der nicht Canälchen der letzten Art vorhanden gewesen wären, während die ersteren gegen den *Highmor*'schen Körper zu, der hier die Mitte des Hodens einnimmt, mir nicht zu Gesicht kamen.

§. 191.

Hüllen, Gefässe, Nerven des Hodens. Der Hoden sammt seiner Faserhaut und ein Theil des Nebenhodens werden zunächst von der eigenen Scheidenhaut, *Tunica vaginalis propria* (Fig. 375 *b, d, f*), umschlossen, einer dünnen, serösen Haut, die einmal ein Theil des Bauchfelles ist und im Baue demselben entspricht. Ihr Epithelium (Fig. 384), aus einer 11 μ dicken Lage heller, vieleckiger, 11—18 μ grosser Zellen mit schönen Kernen und hie und da einzelnen, gelblichen Pigmentkörnern gebildet, sitzt am Hoden der *Fibrosa* unmittelbar auf oder ist wenigstens hier als sogenannte *Tunica adnata testis* oder als viscerales Blatt der *Propria* untrennbar mit der *Fibrosa* verschmolzen, während am Nebenhoden die *Serosa* sich deutlich darstellen lässt und wie in ihrem wandständigen Blatte aus straffem Bindegewebe mit länglichen Zellen untermengt besteht. Die allgemeine Scheidenhaut des Hodens, *Tunica vaginalis communis*, ist eine derbe, ziemlich dicke, am Hoden aus festem Bindegewebe gebildete, höher oben aus mehr lockerem Faserwerk mit elastischen Fasern bestehende Haut, die die *Vaginalis propria* eng umschliesst und auch den Samenstrang und das untere Ende des Nebenhodens umhüllt. Zwischen ihr und der *Propria* und dem Nebenhoden liegt, ungefähr den zwei unteren Drittheilen des Hodens entsprechend, eine vor Jahren von mir aufgefundene, mit beiden Theilen fest verbundene Lage glatter Muskeln, die innere Muskelhaut des Hodens (*Cremaster internus*, *Henle*), von welcher aus von mir und *Henle* Muskelfasern längs des Samenleiters in den Samenstrang verfolgt worden sind. In den äusseren Lagen der *Vag. communis* verläuft der von den Bauchmuskeln abstammende *Cremaster* (*Crem. externus*, *Henle*), dessen quergestreifte Muskelfasern von Scheiden von elastischen Fasern umgeben sind und mit Sehnen aus solchen in der *Vag. communis* sich verlieren (*Henle*). Der Hodensack endlich besteht aus der mit der *Communis* locker verbundenen äusseren Muskelhaut des Hodens oder der Fleischhaut, *Tunica dartos*, über welche S. 98 zu vergleichen ist, und der äusseren Haut, die durch ihre Dünne, den Mangel an Fett, die Färbungen der *Epidermis* und die meist grossen Talg- und Schweissdrüsen sich kennzeichnet. Im hinteren Theile des *Scrotum* beschreibt *Henle* neben dem *Septum* einen Zug von Fettgewebe, der das Fett des *Mons veneris* mit dem des Dammes verbindet.

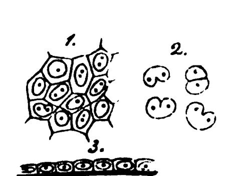


Fig. 384.

Fig. 384. Epithel der *Vaginalis propria*. 1. Von der Fläche, 2. Kerne der Zellen, 3. Seitenansicht. 350mal vergr. Vom Menschen.

Die Blutgefässe des Hodens und Nebenhodens stammen aus der engen und langen *Spermatica interna*, die, im Samenstrange verlaufend, vom hinteren Rande her an den Hoden herangeht und theils gleich in den *Highmor*'schen Körper eindringt, theils mit vielen Aesten geschlängelt in der Faserhaut des Hodens und an der inneren Fläche derselben nach dem vorderen Rande sich wendet. Die gröberen Aeste treten theils vom *Highmor*'schen Körper, theils von den Abgangsstellen der *Septula testis* von der *Albuginea* aus in das Innere des Hodens, von denen aus dann viele kleinere Gefässchen ins Innere der Läppchen dringen und um die Hodencanälchen ein eher weitmaschiges Netz von 6—18 μ weiten Capillaren bilden. Am Nebenhoden findet sich ein ähnliches, nur noch spärlicheres Netz, an dem auch die *Art. deferentialis* sich betheiligt (Fig. 377), dagegen sind das *Scrotum* und die Scheidenhäute von den *Artt. scrotales* und der *Spermatica externa* mit Gefässen reichlich versorgt. — Die Venen wiederholen die Arterien, und was die Lymphgefässe anlangt, so sind einmal diejenigen des *Scrotum* und der Scheidenhäute recht zahlreich, dann aber auch nach den schönen Untersuchungen von *Panizza* (*Osservazioni* Tab. VIII), die *Arnold* bestätigt und in neuester Zeit *Ludwig* und *Tomsa* erweitert haben, diejenigen des Hodens sehr entwickelt. Dieselben kommen theils aus dem Innern, theils von der Oberfläche von Hoden und Nebenhoden, erzeugen unter der *Tunica adnata* schöne Netze und führen durch mehrere im Samenstrange gelegene Stämmchen, die mit denen der Scheidenhäute sich verbinden, schliesslich zu den Lendendrüsen.

Die spärlichen Nerven des Hodens stammen vom *Plexus spermaticus internus* und verlaufen mit den Arterien zum Hoden. Ich habe mich vergebens bemüht, ihren Lauf im Innern zu erforschen, da es nur selten gelingt, selbst im Begleite der grösseren Arterien des Gewebes, Nerven mit dunkelrandigen Fasern zu sehen.

Von der von mir aufgefundenen inneren Muskelhaut des Hodens sollen sich nach *Rouget* Muskelbündel nicht nur auf die *Albuginea*, sondern auch in die *Septula testis* fortsetzen. — Die sogenannten *Morgagni*'schen Hydatiden am Kopfe des Nebenhodens, die als gestielte und ungestielte vorkommen, und die erstere als Rest des *Müller*'schen Ganges (Eileiters) des Embryo, die anderen als *Vas aberrans* des Nebenhodens angesehen werden, enthalten nach *O. Becker*, wenn sie mit Samencanälchen des Nebenhodens in Verbindung stehen, immer Flimmerepithel, können aber auch solches enthalten, wenn sie ganz geschlossen sind. An der äusseren Fläche der *Tunica vag. communis* fand *Rektorzik* rundliche, gefässlose Anhänge aus Bindegewebe und elastischen Fasern bis zu 0,67 mm Grösse in sehr wechselnder Menge, die er den pacchionischen Granulationen vergleicht.

Nach den Untersuchungen von *Ludwig* und *Tomsa* (Wien. Sitzungsber. Bd. XLIV. S. 221) ist das Innere des Hodens ungemein reich an Lymphgefässen, und bilden ihre Anhänge ein weites, die Samencanälchen umgebendes Röhrensystem ohne eigene Wand. Diese Erfahrungen haben *His* (Zeitschr. f. wiss. Zool. XIII. S. 469), *Tommasi* (*Virch.* Arch. Bd. XXVIII. S. 370) und *Frey* (Ebend. S. 563) bestätigt und erweitert und stellt sich nun heraus, dass auch diese Bahnen das gewöhnliche Epithel der Lymphgefässanfänge besitzen und ein reiches Netz weiter, zarter Canäle darstellen (*His*), welche nach Art von wirklichen Gefässen die Samencanälchen umspinnen. Ich kann diese Erfahrungen nach Injectionen mit Höllenstein für den Menschen und den Stier bestätigen, und habe ich beim Stiere die Durchmesser der feinsten Röhren zu 40—190 μ gefunden, während die Epithelialzellen die bedeutende Länge von 90—110 μ und eine Breite von 10—20 μ besitzen. Ausser diesen wirklichen Gefässen lassen sich aber durch Höllenstein auch noch überall auf den Samencanälchen die von *Tommasi* beschriebenen, mehr polygonalen Epithelzellen darstellen, und scheinen dieselben weiteren terminalen Lymphsinus anzugehören, deren Verbindung mit den von *His* und mir gesehenen Gefässen noch nicht nachgewiesen ist.

§. 192.

Samenleiter, Samenbläschen, accessorische Drüsen, Organ von *Giraldès*. Die Samenleiter, *Vasa deferentia*, sind im Mittel 2—3 mm weite,

drehrunde Canäle mit Wänden von 1,1—1,5 mm und einer Lichtung von 0,50—0,75 mm, die zu äusserst aus einer dünnen Faserhaut, dann einer mächtigen glatten Muskellage und zu innerst einer Schleimhaut zusammengesetzt sind. Die Muskelhaut von 0,9—1,3 mm Dicke besitzt eine äussere Längsfaserschicht, eine mittlere ebenso mächtige Lage von queren und schiefen Fasern, und eine dünnere nur 1/5 der ganzen Muskelhaut betragende innere Längsschicht, und besteht aus starren und blassen bis 0,22 mm langen, in der Mitte 9—13 μ breiten Faserzellen, untermengt mit etwas Bindegewebe und einigen sehr blassen elastischen Fäserchen. Die Schleimhaut von 0,26 mm ist weiss, längsgefaltet und in dem letzten breitesten und weitesten Abschnitte des Samenleiters, der Ampulle des *Vas deferens* nach *Henle*, mit vielen grösseren und kleineren netzförmig angeordneten Falten von 38—46 μ Breite, wo sie am dünnsten sind, und weiteren und engeren zwischen denselben befindlichen Grübchen versehen, von denen die engsten von 20—25 μ Weite auf Querschnitten mit schlauchförmigen Drüsen Aehnlichkeit haben, ohne wirklich solche zu sein, wie *Henle* behauptet. Auch grössere blinde Aussackungen kommen an der Ampulle des *Vas deferens* vor (Mikr. Anat. II. 2. Fig. 322). Den Bau anlangend, so sind die äusseren zwei Drittheile der Schleimhaut weisser und enthalten einen der dichtesten mir bekannten Filze von elastischen Fäserchen, während nach innen eine hellere, aus undeutlich faserigem Bindegewebe mit Kernen gebildete dünnere Lage folgt, auf welcher dann in einfacher Lage ein Cylinderepithel von 11—18 μ Dicke ruht, das ohne Ausnahme eine gewisse Zahl bräunlicher Pigmentkörner enthält, die der innern Oberfläche der *Mucosa* eine gelbliche Färbung ertheilen. Die Gefässe der Samenleiter sind in der äusseren Faserhaut sehr deutlich, dringen aber auch in die Muskel- und Schleimhaut und bilden in beiden lockere Netze von engeren weiten Capillaren. Nach *Swan* (*Nerves of the human body*. Pl. V. 82, Pl. VI. 81) wird der Samenleiter in der Beckenhöhle von reichlichen, aber feinen Nerven umsponnen, die mit denen der seitlichen und mittleren Blasen- und Mastdarmnerven, sowie mit den hypogastrischen Geflechten in Verbindung stehen. Ich habe diese Nerven, die feine und *Remak*'sche Fasern führen, ebenfalls gesehen, jedoch nicht in das Innere zu verfolgen vermocht.

Den Samenleitern ähnlich gebildet erscheinen auch die *Ductus ejaculatorii* und die Samenbläschen, von denen die letzteren bekanntlich nichts als blinde, mit warzigen, schlauchförmigen oder selbst verästelten Ausläufern versehene Anhänge der *Ductus deferentes* sind. Erstere zeigen in dem obern Theile denselben musculösen Bau wie der Samengang, nur dass ihre Wände zarter sind. Nach der *Prostata* zu verdünnen sich ihre Häute noch mehr, zeigen jedoch auch am letzten Ende noch Muskeln mit ziemlich viel Bindegewebe und elastischen Fäserchen untermischt. Die Schleimhaut der *Ductus ejaculatorii* ist allerwärts auch an den innerhalb der *Prostata* gelegenen Theilen mit ähnlichen Falten und Grübchen versehen, wie sie in der Ampulle des *Vas deferens* sich finden, doch habe ich stellenweise innerhalb der *Prostata* auch eine mehr glatte Oberfläche gefunden. Das cavernöse Gewebe, das *Henle* in der Muskelhaut der *D. ejaculatorii* innerhalb der *Prostata* beschreibt und auf das er vom physiologischen Gesichtspuncte aus Werth legt, habe ich in zwei Fällen, in denen ich die *Prostata* ganz und gar in Querschnitte zerlegte, einzig und allein an der Eintrittsstelle der Gänge in die Drüse, nicht aber im Innern derselben gesehen. Die Wände der Samenblasen sind bedeutend dünner als die der Samenleiter, besitzen jedoch denselben Bau wie diese und ist die deutlich gefässhaltige Schleimhaut durchweg mit denselben netzartigen Gruben versehen, die die Ampulle des *Vas deferens* zeigt. Aeusserlich sind die Samenbläschen nach meiner Ermittlung (Zeitschr. f. w. Zool. I. S. 67) von einer zum Theil nur bindegewebigen, zum Theil wie an der hintern Fläche deutlich musculösen Hülle umgeben, die auch zwischen die einzelnen Windungen ihres Canales sich hineinzieht und dieselben vereint. Von dieser Lage gehen im Grunde der *Excavatio recto-vesicalis* ein Theil Muskelfasern auf den Mast-

darm über (s. auch *Henle, Splanchnologie*, Fig. 280, 281) und am untern Ende der Samenbläschen zieht dieselbe als ein breites, musculöses Band von einem Samenbläschen auf das andere über. — Der Inhalt der Samenbläschen ist regelrecht eine helle, etwas zähe Flüssigkeit, die im Tode zu einer leichten Gallerte gesteht, jedoch später ganz sich verflüssigt und eine in Essigsäure sehr leicht lösliche Proteinverbindung enthält, die offenbar mit der im entleerten Samen enthaltenen übereinstimmt. Samenfäden habe ich mit vielen Andern häufig in den Samenbläschen gesehen, doch ist ihre Hauptverrichtung wohl die, eine besondere Absonderung zu liefern, die dem Samen beigemengt wird. Die Nerven der Samenblasen sind zahlreich, aber in ihren feineren Verhältnissen nicht verfolgt.

Die *Prostata* ist, wie ich zuerst zeigte, ein sehr musculöses Organ, so dass die Drüsensubstanz kaum mehr als ein Drittheil oder die Hälfte der ganzen Masse ausmacht. Geht man von innen nach aussen, so zeigt sich in inniger Verbindung mit der dünnen Schleimhaut, deren Epithel immer noch mehrschichtig ist, 58—62 μ Dicke besitzt und wie dasjenige der Blase rundliche, cylindrische und pflasterförmige Elemente zeigt, eine gelbliche Längsfaserschicht, die zum Theil vom *Trigonum vesicae* zum *Caput gallinaginis* sich erstreckt, zum Theil ohne Zusammenhang mit den Blasenmuskeln ist, und zu gleichen Theilen aus Bindegewebe mit elastischen Fasern und aus glatten Muskeln besteht. Dann folgt eine mit dem *Sphincter vesicae* zusammenhängende und bis zum Schnepfenkopfe sich erstreckende, mächtige Ringfaserlage von gleichem Baue, der von mir sogenannte *Sphincter Prostatae* oder der *Sphincter vesicae internus* von *Henle*. Hat man sich durch diese verschiedenen Muskellagen hindurchgearbeitet, so stösst man endlich auf das eigentliche Drüsengewebe der *Prostata*, welches demnach vorzüglich die äusseren Theile des Organes einnimmt, jedoch allerdings auch mit einzelnen Läppchen in die Ringfasern eingreift und mit seinen neben dem Schnepfenkopfe rechts und links ausmündenden zahlreichen Ausführungsgängen die längs- und querverlaufenden Fasern durchsetzt. Dasselbe besteht aus einer grauröthlichen, ziemlich derben Masse, die in der Richtung des Querdurchmessers des Organes sehr leicht in Fasern zerspaltet werden kann, genauer bezeichnet, von den Seitentheilen des Samenhügels strahlenartig nach allen Seiten der äussern Oberfläche des Organes verläuft und einmal aus verschieden starken Bündeln glatter Muskeln mit etwas Bindegewebe und feinen elastischen Fasern und zweitens aus den Drüsen der *Prostata* zusammengesetzt ist. Die letzteren sind 30—50 zusammengesetzt traubenförmige Drüsen, von kegel- oder birnförmiger Gesammtform, die von den gewöhnlichen traubenförmigen Drüsen durch ihren lockeren Bau, das deutliche Gestieltsein vieler Drüsenbläschen und die geringe Entwickelung der kleinsten Drüsenläppchen sich auszeichnen, was zum Theil mit dem reichlich zwischen die Drüsenelemente sich hineinschiebenden Fasergewebe zusammenhängt. Die Drüsenbläschen sind birnförmig oder rundlich, 110—220 μ gross und von vieleckigen oder kurz walzenförmigen, 9—11 μ langen Epitheliumzellen mit braunen Pigmentkörnern ausgekleidet, während in den Ausführungsgängen, von denen ich wie *Henle* zwei grössere von 140 μ Weite im Samenhügel selbst finde, dasselbe Epithel wie in der *Pars prostatica urethrae*, jedoch nur von 20—40 μ Dicke, sich findet. Der Saft der Prostatadrüsen scheint dem der Samenbläschen ähnlich zu sein, wenigstens bestehen nach *Virchow* die sogenannten Prostatasteine, runde, geschichtete, bei älteren Leuten in den Drüsenbläschen sich bildende, 67—220—700 μ und darüber grosse Erhärtungen, aus demselben in Essigsäure löslichen Eiweisskörper, der auch in den Samenbläschen zu finden ist. — Die *Prostata* besitzt eine das Drüsengewebe fest umschliessende, an glatten Muskeln reiche Faserhaut, welche besonders in dem vor der *Urethra* gelegenen Theile, der weniger drüsige Elemente enthält, reich entwickelt ist. Hier finden sich auch von *Henle* zuerst beschriebene, oberflächlich gelegene, quergestreifte Muskelfasern (*Sphincter vesicae externus, Henle*), die, weil sie mit dem

M. urethralis der *Pars membranacea* oder dem *Transversus perinaei profundus* von *Henle* unmittelbar zusammenhängen und dieselbe Leistung haben wie dieser, füglich zu demselben gezählt werden können. Ich finde diese animale Muskellage mit starken. bogenförmig verlaufenden Fasern und besser entwickelt als *Henle* abbildet (*Splanchn.* Fig. 284) in der ganzen Länge der *Prostata*, und sehe nun auch zwischen diesen Fasern und der vorderen Wand der *Urethra* stärkere Längsbündel glatter Muskeln, als mir früher zu Gesicht gekommen waren. Die Gefässe der *Prostata* sind zahlreich und verdienen besonders viele die Drüsenelemente umspinnende Capillaren und ein reichliches Venengeflecht unter der Schleimhaut der *Urethra* (bei *Henle* als cavernöses Gewebe bezeichnet) Berücksichtigung. Der Verlauf der Nerven im Innern der *Prostata* ist unbekannt.

Der *Colliculus seminalis* enthält in seinem Innern das Ende der gelblichen Längsfasern des *Trigonum vesicae*, die aus glatten Muskeln, elastischen Fasern und Bindegewebe bestehen (Zeitschr. f. wiss. Zool. I. S. 64), und bilden ihre Fasern im oberen Theile des Organes, da wo der *Uterus masculinus* noch mehr in der Tiefe liegt, eine Art mittlere Axe, von der *Henle* zuerst eine Abbildung gegeben (Eingeweidelehre, Fig. 294). In den Seitentheilen des Hügels sitzen auch mehr minder reichlich kleinere Drüsen vom Baue derer der *Prostata*, die auf ihm selbst ausmünden.

Der im Samenhügel mitten zwischen den *Ductus ejaculatorii* gelegene *Uterus masculinus* oder die *Vesicula prostatica* zeigt ein sehr wechselndes Verhalten und kann einerseits so entwickelt sein, dass er über den Grund der *Prostata* heraufragt, ja in aussergewöhnlichen Fällen zu einem ächten *Uterus* und *Vagina* ausgebildet ist, andererseits aber auch ganz fehlen, wie ich neulich einen Fall vor mir hatte. Derselbe besteht aus einer weissgelblichen, vorzüglich aus Bindegewebe und elastischem Gewebe gebildeten Wand, der im Halse des Bläschens einige wenige, im Grunde dagegen ziemlich viele glatte Muskeln beigemengt sind, und aus einem geschichteten Epithel von 40 μ Dicke. Wie *Henle* zuerst mitgetheilt, finden sich in seiner Wand einfache oder getheilte Drüsen, an denen ich denselben Bau, wie an denen der *Prostata* und auch stellenweise dieselben Concretionen als Inhalt finde. Das von *Henle* beschriebene cavernöse Gewebe in der Wand des *Uterus masculinus* ist nicht constant und fehlt in gewissen Fällen ganz. Im *Uterus masculinus* des Pferdes fand *Brettauer* (bei *Becker* l. i. c. S. 84) Flimmerepithel.

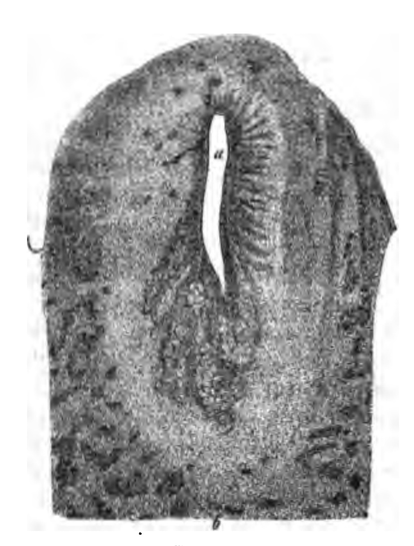


Fig. 385.

Die *Cowper*'schen Drüsen sind feste, zusammengesetzt traubige Drüsen, deren Endbläschen von 45—90 μ von einem Pflasterepithelium ausgekleidet sind, während in den Ausführungsgängen Cylinder sich befinden. Die zarte, die ganzen Drüsen umgebende Hülle, so wie das faserige *Stroma* im Innern derselben ist ziemlich reich an glatten Muskeln, welche auch an den 0,56 mm weiten Ausführungsgängen als

Fig. 385. Querschnitt des *Colliculus seminalis* dicht unterhalb der Ausmündung der *Ductus ejaculatorii*. Vergr. 8. *a*. Höhle des Anfanges des *Uterus masculinus*. In der dicken Wand desselben zahlreiche Drüsen, von denen viele Concretionen wie die andern Drüsen der *Prostata* enthalten, von welchen Concretionen bei *b*. ein Theil zu sehen ist.

zarte Längsschicht von mir aufgefunden wurden. Die Absonderung dieser Drüsen, die aus den Ausführungsgängen leicht sich erhalten lässt, ist gewöhnlicher Schleim.

Das Organ von *Giraldès* (*Corps innominé Gir.*; *Parepididymis*, Nebennebenhoden, *Henle*) ist ein kleiner, länglicher, am obern Ende des Hodens im Samenstrange, und zwar in der Nähe der Samengefässe, an der vom *Vas deferens* abgelegenen Seite befindlicher Körper von etwa 1,3 Cm Länge und weisslicher Farbe, der bei mikroskopischer Untersuchung aus ziemlich vielen einzelnen röhrigen und blasigen Gebilden von mannichfacher Form besteht, welche von einem ziemlich gefässreichen Bindegewebe umhüllt werden. Die Röhren sind entweder einfach und dann gerade oder geschlängelt, oder sie besitzen Ausläufer selbst in solcher Zahl, dass sie Abschnitten der *Prostata* oder einer embryonalen *Parotis* ähnlich werden. Hie und da besitzen einfache Röhren auch Auftreibungen, und diese, indem sie sich abschnüren, geben dann zur Entstehung der einzelnen Blasen Veranlassung. Alle Canäle dieses Organes, das bei Knaben bis zu sechs und zehn Jahren nach *Giraldès* am besten entwickelt ist und von ihm offenbar mit Recht als ein dem Nebeneierstocke zu vergleichender Rest des *Wolff*'schen Körpers erklärt wird, besitzen eine bindegewebige Hülle und ein Pflasterepithel, das, wie ich finde, beim Erwachsenen sehr viel Fett enthält und im Innern mehr weniger helle Flüssigkeit. Zu untersuchen ist übrigens noch, ob dieses Organ nicht mit seinem unteren Theile mit dem Nebenhoden zusammenhängt, in welchem Falle dasselbe nur ein besonders umgewandeltes *Vas aberrans* darstellen würde.


Fig. 386.

Die Prostatadrüsen zeigen bei älteren Leuten eine solche Entwickelung ihrer Drüsenblasen, die bis 0,5 — 0,7 mm erreichen können, dass das Gewebe des Organes entschieden schwammig erscheint, sobald die in den Drüsenblasen sich bildenden Concretionen herausfallen. In solchen Fällen wird auch die Auskleidung der feineren Drüsenräume meist von einem geschichteten Epithel, wie es in den grösseren Gängen sich findet, gebildet. — Entgegen *Henle* bin ich der Meinung, dass das Secret der *Cowper*'schen Drüsen und der *Prostata* zu der Geschlechtsfunction in Beziehung steht, und erscheint es mir als ganz unmöglich, dass bei der *Ejaculatio seminis*, bei der der *Bulbocavernosus* und die Muskelmassen der *Prostata* sich contrahiren, nicht auch das Secret der von diesen Muskeln umschlossenen Drüsen entleert werde. Beziehungen der beiderlei Drüsen zur Harnröhre können desswegen doch vorhanden sein, doch hat ja diese ihre eigenen Drüsen, und liegt die *Cowper*'sche Drüse des Weibes so, dass nichts auf besondere Leistungen für das Harnsystem hinweist.

§. 193.

Die **Begattungsorgane** bestehen beim Manne aus dem **Gliede** oder der **Ruthe**, einem aus drei schwellungsfähigen, gefässreichen Körpern, den **Schwamm-** oder **Zellkörpern**, *Corpora spongiosa s. cavernosa*, zusammengesetzten, am Becken angehefteten, von der Harnröhre durchbohrten Organe, das von besonderen

Fig. 386. Ein Schlauch aus dem Organ von *Giraldès* vom Erwachsenen. Vergr. 50. Mit Kali behandelt, daher die Epithelzellen nicht deutlich sind.

Binden und von der äusseren Haut überzogen ist und drei ihm eigenthümliche Muskeln besitzt.

Die Zellkörper der Ruthe, *Corpora spongiosa penis*, sind zwei hinten getrennte, vorn dagegen vereinte und nur durch eine einfache unvollständige Scheidewand geschiedene walzenförmige Körper, an denen eine besondere Faserhaut (*Tunica albuginea s. fibrosa*) und das innere Schwammgewebe zu unterscheiden ist. Jene bildet als eine weisse, silberglänzende, je nach dem Grade der Füllung der Bluträume verschieden dicke, im Mittel 1 mm starke und sehr feste Haut sowohl die äussere Hülle der Schwammkörper als auch in der vordern Hälfte derselben mit einer dünnen, zum Theil in einzelne Fasern und Blätter zerfallenden Lage, die Scheidewand derselben, und besteht aus gewöhnlichem, fibrösem Gewebe, wie in Sehnen und Bändern mit vielen entwickelten elastischen feinen Fasern. Innerhalb derselben liegt das im blutleeren Zustande gelbe oder gelbröthliche Schwammgewebe, das aus unzähligen, zu einem feinen Maschenwerke vereinten Fasern, Bälkchen und Blättern, den *Trabeculae corp. cavernosorum*, besteht und mit seinen kleinen, rundlicheckigen, nach allen Seiten verbundenen, im Leben von venösem Blute erfüllten Räumen, den Venenräumen der Schwammkörper, aufs täuschendste einem Schwamme gleicht. Alle Balken ohne Ausnahme besitzen einen ganz gleichen Bau. Aeusserlich werden dieselben von einer einfachen Lage innig zusammenhängender und oft nicht für sich darzustellender Pflasterepitheliumzellen, dem Epithel der Venenräume, überzogen und auf dieses folgt das eigentliche Fasergewebe, welches aus fast gleichen Theilen Bindegewebe und feinen elastischen Fasern einerseits, glatten Muskelfasern andererseits zusammengesetzt ist und bei vielen, aber lange nicht bei allen Balken kleinere oder grössere Arterien und Nerven umschliesst. Die Elemente der Balkenmuskeln sind schon durch Essigsäure an ihren Kernen ganz deutlich zu erkennen, lassen sich aber auch, besonders schön nach Behandlung mit Salpetersäure von 20 Proc., in Menge darstellen und ergeben sich als 45—68 μ lange, 4,5—5,5 μ breite Faserzellen.

Das *Corpus cavernosum urethrae* ist im Wesentlichen ebenso gebaut wie die Schwammkörper des *Penis*, nur ist 1) die Faserhaut, die im *Bulbus* auch eine Andeutung einer Scheidewand bildet, viel dünner (von 0,2 mm, *Henle*), minder weiss und reicher an elastischen Elementen, 2) die Maschenräume enger, am engsten in der *Glans*, 3) endlich die Balken zarter und unter dem Epithel reicher an elastischen Fäserchen, sonst jedoch gebaut wie dort.

Hier ist auch der Ort, von der männlichen *Urethra* zu reden, die am *Isthmus* ein selbständiger Canal ist, am Anfange und Ende dagegen nur aus einem von der *Prostata* und dem *Corpus cavernosum urethrae* gestützten Schleimhautcanale besteht. Die eigentliche Schleimhaut zeigt unter einer an elastischen Fasern sehr reichen Längsschicht von Bindegewebe nicht nur, wie schon erwähnt, in der *Pars prostatica*, sondern auch im häutigen Theile, obschon minder entwickelt, glatte Muskeln mit den gewöhnlichen Fasergeweben gemengt in Längs- und Querzügen, auf welche dann die animalen Fasern des *Musculus urethralis* (*Transversus perinaei profundus* und *Sphincter vesicae externus*, *Henle*) folgen. Auch in der *Pars cavernosa* enthält das submucöse Gewebe noch hie und da solche Muskeln, und stösst man immer in gewisser Tiefe auf Längsfasern mit grösserer oder geringerer Beimengung von solchen, die noch nicht zum *Corpus cavernosum* gerechnet werden können, da sie keine Venenräume zwischen sich besitzen, vielmehr eine zusammenhängende Haut bilden, welche die eigentlichen cavernösen Körper gegen die Schleimhaut der Harnröhre begrenzt. — Das Epithel der Harnröhre besteht aus blassen Cylindern von 26 μ, doch befinden sich unter denselben noch eine, vielleicht zwei Lagen von runden oder länglichrunden kleinen Zellen. An der vordern Hälfte der *Morgagni*'schen Grube finden sich schon Papillen von 68 μ (bis zu 200 μ, *Henle*) Länge und ein geschichtetes Pflasterepithel von 80—100 μ Mächtigkeit. Nach *Jarjavay* gehen dieselben 1—1$^1/_2$ Cm. selbst 4 Cm rückwärts

und stehen reihenweise auf einem dreiseitigen nach hinten und oben schmäler werdenden Felde. — Im *Isthmus* und der *Pars cavernosa urethrae* zeigen sich ziemlich viele sogenannte *Littre*'sche Drüschen von 0,7—1 mm Grösse, die im Allgemeinen an die traubenförmigen Drüsen sich anreihen, jedoch durch die schlauchförmige Gestalt und den oft stark gewundenen Verlauf ihrer 90—180 μ weiten Drüsenbläschen von denselben sich unterscheiden. Einfachere Formen solcher Drüsen (Fig. 387) finden sich hie und da mit den andern gemengt, und in der *Pars prostatica* treten an ihre Stelle ähnliche kleine Schleimbälge, wie sie oben vom *Cervix vesicae* beschrieben wurden. Das Epithel sowohl in den Bläschen der *Littre*'schen Drüsen als in den 2—4 mm langen, nach vorn gerichteten und schief die Schleimhaut durchbohrenden Ausführungsgängen ist walzenförmig, dort jedoch mehr oder weniger dem pflasterförmigen sich anreihend (Fig. 387), und die Absonderung ein gewöhnlicher Schleim, der oft in Erweiterungen der Drüsenschläuche in Menge angesammelt ist. — *Lacunae Morgagni* hat man kleine, unbeständige Gruben der Schleimhaut genannt, in denen ich nichts Drüsiges wahrzunehmen vermag. — Die *Fascia penis*, eine an elastischen feineren Fasern reiche Binde, umgibt den *Penis* von der Wurzel bis zur Eichel, steht am ersteren Orte mit der Binde des Dammes und der Leistengegend in Zusammenhang, und betheiligt sich auch an der Bildung des an wahrem elastischem Gewebe sehr reichen Aufhängebandes der Ruthe, *Lig. suspensorium penis*, das von der *Symphyse* an den Rücken derselben geht. Nach aussen setzt sich dieselbe ohne Grenze in die Haut der Ruthe fort, welche bis zum freien Rande der Vorhaut, einer einfachen Verdoppelung der Haut, die Natur der gewöhnlichen Haut besitzt, jedoch allerdings durch ihre Zartheit und das Vorkommen einer Schicht glatter Muskeln in dem reichlichen, fettlosen, subcutanen Gewebe, einer Fortsetzung der *Tunica dartos* (s. §. 35), die bis in die Vorhaut hineinreicht, sich auszeichnet. Vom Rande der Vorhaut an nimmt die Bedeckung des Gliedes mehr die Natur einer Schleimhaut an, hat keine Haare und Schweissdrüsen mehr, wohl aber entwickelte Papillen, ist noch dünner, an der *Glans* innig mit dem Schwammkörper verbunden und mit einer weicheren Oberhaut (§. 46. Fig. 69. 4) immer noch von 78—125 μ versehen. Ueber die hier befindlichen Talgdrüsen (*Gl. Tysonianae*) und die Bildung der Vorhautschmiere vergleiche man §. 69 und Fig. 100.


Fig. 387.

Die Arterien des Gliedes stammen aus der *Pudenda* und zeigen nur in der Versorgung der schwammigen Körper Eigenthümlichkeiten. In den *Corpp. cav. penis* laufen, abgesehen von einigen kleinen Aestchen von der *Art. dorsalis*, nur die *Arteriae profundae penis* nahe am *Septum*, umgeben von einer bindegewebig-musculösen, mit dem Balkennetze zusammenhängenden Scheide theils gerade nach vorn, theils mit einem kleinen Aestchen in die Ruthenschenkel. Auf diesem Wege geben dieselben zahlreiche, hie und da verbundene Aeste an das Schwammgewebe ab, welche, in der Axe der Balken ausser zur Zeit der Erection gewunden verlaufend, in denselben sich verzweigen und nach *C. Langer*'s ausgezeichneten Untersuchungen in verschiedenen Gegenden in etwas verschiedener Weise endigen. Einmal nämlich bildet sich an der ganzen Oberfläche der *Corpora cavernosa*, dicht an der *Albuginea* und am *Septum*, aus den letzten Enden der Arterien ein wahres Capillarnetz (das oberflächliche Rinden-

Fig. 387. *Littre*'sche Drüsen aus der *Morgagni*'schen Grube des Mannes, 350mal vergr.

netz, *L.*), welches dann durch Ausläufer mit dem tieferen Rindennetze von *Langer* zusammenhängt, das aus viel weiteren entschieden venösen Räumen gebildet wird (Fig. 388). Zweitens münden in dieses tiefere Rindennetz Arterienenden von circa 66 μ, ohne vorher Capillaren gebildet zu haben, unmittelbar ein. In ähnlicher Weise münden endlich drittens auch im Innern der Schwellkörper Arterienausläufer von 66—88 μ sofort in die hier befindlichen grössern Venenräume ein. Ausserdem findet sich nun auch 1) in der Wand der *Arteria profunda* ein wirkliches Capillarnetz von *Vasa vasorum*, aus welchem das Blut durch kleinere Venen in ein die Arterie umgebendes Netz weiterer Venenräume geleitet wird, das dem tiefen Rindennetze entspricht, und 2) trifft man auch in den Balken im Innern des *C. cavernosum* weitmaschige Capillarnetze mit Gefässchen von 22 μ, die vielleicht wie die des oberflächlichen Rindennetzes in die Venenräume sich fortsetzen. Die viel besprochenen Rankenarterien, *Artt. helicinae*, *J. Müller*, büschel- oder knäuelweise vereinigte kleine Arterien, die eigenthümlich rankenförmig gekrümmt und gewunden verlaufen und entweder blind enden oder in viel feinere Gefässchen sich fortsetzen sollen, betrachten *Rouget* und *Langer* als durch unvollkommene Injectionen entstanden, während *Henle*, der früher derselben Ansicht war, denselben jetzt das Wort redet und an ihnen noch zahlreiche, feine (von 5 μ, blinddarmförmige Anhänge von zweifelhafter Bedeutung beschreibt (*Splanchnolog.* Fig. 310).

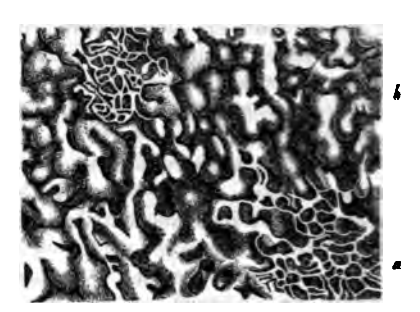


Fig. 388.

Dem Gesagten zufolge stehen somit die Venenräume der *Corpora cavernosa penis* wohl an gewissen Stellen durch Capillarnetze mit den Arterien in Verbindungen, auf der andern Seite bestätigen aber auch die neuesten Untersuchungen für andere Stellen einen unmittelbaren Uebergang kleiner Arterien in dieselben. In so fern könnte man dieselben immer noch theilweise als Vertreter der Capillarnetze anderer Orte ansehen: da jedoch die erste Verbindungsweise offenbar bei weitem vorwiegt, so ist es wohl zweckmässiger, dieselben als *Plexus* dünnwandiger Venen aufzufassen. Die venösen Abzugscanäle entstehen theils unmittelbar aus dem cavernösen Venenplexus, d. h. aus dem tiefen Rindennetze, wie die kurzen sogenannten *Venae emissariae*, die in die *Vena dorsalis penis* einmünden, theils kommen dieselben mehr aus dem Innern der Schwellorgane und treten durch Lücken der Rindennetze durch, wie die *Venae emissariae inferiores*, *Kobelt*, und die *Venae profundae*, von welcher Einrichtung *Langer* eine Hemmung des venösen Rückflusses bei der Erection abhängig macht, eine Annahme, die mit meiner Theorie der Erection wohl vereinbar ist, da ich nur behaupte, dass die Stämme der Abzugsvenen bei der Erection nicht geschlossen seien, nicht aber, dass dieselben nicht verengert werden.

Im Schafte und dem *Bulbus* des *Corpus cavernosum urethrae* wiederholen sich im Allgemeinen die Verhältnisse der *Corp. cav. penis* mit dem Unterschiede jedoch, dass unmittelbare Uebergänge der Arterien in die Venenräume nur im *Bulbus* sich finden, und von den *Venae efferentes* nur die des *Bulbus* wie die *Venae profundae* sich verhalten. Die Harnröhre zeigt ein von einem Theil der Arterienenden gebildetes Capillarnetz, aus welchem sich dann ein Venenplexus in den tiefern Lagen der Schleimhaut entwickelt, der wiederum mit den Venenräumen des *Corpus cavernosum* zusammenhängt.

Fig. 388. Grobes und feines Rindennetz des *Corpus cavernosum penis* des Menschen. Vergr. 12. Nach *Langer*.

In der Eichel schliesst sich nach den Untersuchungen *Langer*'s der Kreislauf überall durch Capillargefässe ab und finden sich dieselben feinen Netze, hier mit Gefässen von höchstens 33 μ, welche oben als oberflächliches Rindennetz der *Corp. cav. penis* beschrieben wurden, nicht nur an der Oberfläche der *Glans* in der mit ihrem cavernösen Gewebe verschmolzenen *Cutis*, sondern auch überall im Innern. Zur Stütze dieser feineren Gefässe sind die Balken in der *Glans* stärker entwickelt als anderswo, und erscheinen daher die Venen hier mehr als wirkliche Gefässe mit besonderen Wandungen, denn als blosse Räume in einem Schwammgewebe. Von den Venen des *Plexus pudendus* bis zur *Prostata* und Blase beschreibt *Langer* eine schon von *Santorini* gekannte Faltenbildung an der Innenfläche, die von vortretenden Muskelzügen herrührt.

Die Lymphgefässe bilden sehr dichte und feine Netze in der Haut der *Glans*, in der Vorhaut und der übrigen Haut und führen durch mehrfache im Begleite der Rückengefässe verlaufende Stämme zu den oberflächlichen Leistendrüsen. Nach *Mascagni*, *Fohmann* und *Panizza* besitzt auch das Innere der Eichel um die *Urethra* herum zahlreiche Lymphgefässe, welche an der *Urethra* rückwärts laufen und in die Beckendrüsen übergehen.

Die Nerven des Gliedes stammen von den *Nervi pudendi* und dem *Plexus cavernosus* des *Sympathicus*, von denen die ersteren vorzüglich die Haut und die Schleimhaut der Harnröhre und nur einem kleinen Theile nach die cavernösen Körper, die letzteren Nerven nur diese versorgen. Die Endigungen der ersten Nerven verhalten sich wie bei denen der Haut, namentlich finden sich zahlreiche Theilungen und Endkolben oder *Krause*'sche Körperchen in der *Glans penis* (siehe §. 40), die der letztern sind noch nicht bekannt, obschon in den *Trabeculae* der cavernösen Körper Nerven mit feinen Röhren und *Remak*'schen Fasern leicht nachzuweisen sind.

Die glatten Muskeln der *Corpp. cavernosa* sind ungemein schön im *Penis* des Pferdes und Elephanten, fehlen aber auch in denen anderer Säugethiere nicht. — In Betreff der *Artt. helicinae* scheint der lange Streit nun endlich durch *Rouget* und *Langer* einem Ende entgegengeführt zu sein, welche der älteren Ansicht von *Arnold* sich anschliessen. Diesem zufolge enthalten gewisse Theile der *Corpp. cavernosa* in ihren Maschenräumen eigenthümliche Arterienbüschel, ähnlich den arteriellen unipolaren Wundernetzen, deren einzelne Zweigelchen jedoch nicht blind enden, sondern in gewohnter Weise in Balken eintreten und enden. Der Anschein von blinden Ranken oder von solchen, die ein feines Gefässchen abgeben, entsteht durch unvollkommene Einspritzung.

Das *Corpus cavernosum* der *Urethra* hat nach *Jarjavay* in seinem vordersten Theile und an der *Glans* den Bau eines venösen Wundernetzes. — In der Hülle der *Corpp. cav. penis* findet *Ellis* zwei Muskelfaserschichten, eine äussere längsverlaufende und eine innere ringförmige, deren Bündel engmaschige Netze bilden, und von denen die innere auch in das *Septum* sich fortsetzen soll, Angaben, die ich bei einer neuerdings vorgenommenen Untersuchung nicht bestätigt fand. Ebenso wenig gelang es mir die von *Hancock* vor Zeiten in dem Faserringe, der die *Urethra* im vordersten Theile der *Glans* umgibt, beschriebenen Muskeln zu sehen. Dagegen beobachtete ich meines Wissens noch nicht beschriebene ringförmige Züge glatter Muskeln in der *Albuginea* des *Corp. cav. urethrae* am Schafte des Gliedes. — *Jarjavay* bezeichnet nur die Drüsen der *Pars membranacea* als *Littre*'sche Drüsen und nennt die der *Pars cavernosa* *Morgagni*'sche Lacunen, was nicht gerechtfertigt ist, da es hier nur Eine Art von Drüsen gibt, die jedoch in verschiedenen einfacheren und zusammengesetzten Formen erscheint. *Henle* nennt »Lacunen« einfachere Formen der *Littre*'schen Drüsen mit langen Ausführungsgängen, die auch als einfache blinde Gänge vorkommen sollen. Von den Drüsen der *Pars cavernosa* stehen die grösseren, 5—22 an der Zahl, meist in einer Reihe an der Mitte der obern Wand. Die kleineren befinden sich besonders seitlich, aber auch an der obern Wand.

Die Untersuchung der männlichen Geschlechtsorgane bietet im Allgemeinen keine grossen Schwierigkeiten dar. Die Samencanälchen sind ungemein leicht darzustellen, und bei etwas vorsichtiger Entfaltung derselben findet man immer auch einzelne Theilungen.

Um den ganzen Verlauf derselben zu erkennen, müssen dieselben auch nach *Lauth* oder *Cooper*'s Angaben, die sich in allen Handbüchern erwähnt finden, mit Quecksilber eingespritzt oder nach *Sappey*'s Methode (s. oben) in verdünnter Salpetersäure zerlegt werden. *Gerlach* empfiehlt für die mikroskopische Untersuchung Gelatinelösung mit Carmin oder Chromblei. Zur Untersuchung der Elemente des Samens und namentlich der Entwickelung der Samenfäden sind die bekannten unschädlichen Flüssigkeiten, am besten Kochsalz von ½ Proc. oder phosphorsaures Natron von 3—5 Proc. anzuwenden. — Das *Vas deferens* untersucht man am besten erhärtet oder getrocknet an Querschnitten, ebenso die Prostatadrüsen, mit und ohne Anwendung von Carmin, wogegen die Muskeln der letztern und der *Corpp. cavernosa* nur frisch oder nach Anwendung von Salpetersäure deutlich wahzunehmen sind. Zur Darstellung des Gefässverhaltens in den *Corpora cavernosa* kann man gewöhnlicher Injectionen sich bedienen, indem man Arterien und Venen mit besonderen Massen einspritzt, doch geben Corrosionspräparate, nach *Langer*'s Methode hergestellt, wie ich aus eigener Anschauung sagen kann, die überzeugendsten Bilder.

Literatur. *A. Cooper*, *Obs. on the structure and diseases of the testis.* London 1830, *with 24 Plates*, deutsch, Weimar 1832; *E. A. Lauth*, *Mém. sur le testicule humain.* in *Mém. de la société d'histoire naturelle de Strasb.* Tom. I. 1833; *C. Krause*, Vermischte Beobachtungen, in *Müll.* Arch. 1837. S. 20; *E. H. Weber*, *De arteria spermatica deferente, de vesica prostatica et vesiculis seminalibus Progr.* 1836, *editum in Progr. coll.* II. 1851: p. 178; Zusätze zur Lehre vom Bau und den Verrichtungen der Geschlechtsorgane. Leipzig 1846; *C. J. Lampferhoff*, *De vesicularum seminalium natura et usu.* Berol. 1835. *R. Leuckart*, *Vesicula prostatica*, in *Cycl. of Anat.*; *Luschka*, Die Appendiculargebilde der Hoden, in *Virch.* Arch. II. S. 310; *Kölliker*, Ueber die glatten Muskeln der Harn- und Geschlechtsorgane, in Beiträge zur Kenntniss der glatten Muskeln, Zeitschr. f. wiss. Zool. I; *Fr. Leydig*, Zur Anatomie der männlichen Geschlechtsorgane und Analdrüsen der Säugethiere, in Zeitschr. f. wiss. Zool. II; *O. Becker*, Ueber Flimmerepith. im Nebenhoden des Menschen, in Wien. Wochenschr. 1856. Nr. 12, und *Moleschott*'s Unters. II. S. 71; *Fick*, Ueber d. *Vas deferens*, in *Müll.* Arch. 1856. S. 473; *Jarjavay*, *Rech. anat. sur l'urèthre de l'homme.* Paris 1857; *Viner Ellis*, in *Med.-chir. Trans.* 1857. p. 327; *E. Rektorzik*, Vork. e. d. pacch. Drüsen analog. Formation an der *Tunica vag. communis.* in Sitzungsb. d. Wien. Akad. 1857. S. 154; *L. J. Herckenrath*, *Bijdrage tot de Kennis van den bouw der vesicula sem.* Amstel. 1858. *Diss.*; *Lewin*, in Deutsch. Klinik. 1861. Nr. 24—33; *Ludwig* und *W. Thomsa*, Die Anfänge der Lymphgefässe im Hoden, in Sitzungsber. d. Wien. Akad. Bd. XLIII; *Ch. Rouget*, *Rech. anat. sur les appareils érectiles*, in *Compt. rend.* T. 44. p. 902, und *Rech. sur les organes érectiles de la femme*, in *Journ. de la Phys.* I. p. 320; *Giraldès*, *Note sur un organe, placé dans le cordon spermatique*, in *Proceed. of the Roy. Soc. of London* 1858. p. 231, und *Rech. anat. sur le corps innominé.* in *Journ. de la Phys.* IV. 1; *A. v. Leeuwenhoek*, *Arcana naturae.* p. 59; *Prévost* und *Dumas*, in *Annal. des scienc. nat.* III. 1824, und *Mém. de la soc. d'hist. nat. de Genève.* Vol. I. p. 188; auch in *Meck.* d. Arch. Bd. VII. S. 454; *R. Wagner*, Die Genesis der Samenthierchen, in *Müll.* Arch. 1836, und Fragmente zur Physiologie der Zeugung. München 1836; *A. Donné*, *Nouv. Expér. sur les animalcules spermatiques.* Paris 1827, und *Cours de microscopie.* Paris 1844; *A. Kölliker*, Beiträge zur Kenntniss der Geschlechtsverhältnisse und der Samenflüssigkeit wirbelloser Thiere. Berlin 1841, und die Bildung der Samenfäden in Bläschen als allgemeines Entwickelungsgesetz, in Denkschr. d. schweiz. naturf. Gesellsch. Bd. VIII. 1846; *Krämer*, *Obs. microsc. et experimenta de motu spermatozoorum.* Gött. 1842; *Fr. Will*, Ueber die Secretion des thierischen Samens. Erlangen 1849; *R. Wagner* und *Leuckart*, Art. »*Semen*«, in *Todd*'s *Cyclop. of Anat.* Jan. 1849, Art. »Zeugung«, im Handw. d. Physiol. IV; *Quatrefages*, *Rech. sur la vitalité d. Spermatozoides*, in *Ann. d. sc. nat.* 3. *sér.* Tom. XIX; *Newport*, *On the impregnation of the ovum of the amphibia*, in *Phil. Trans.* 1851. 1; *Duplay*, *Rech. sur le Sperme des vieillards.* in *Arch. génér.* 1852. Dec.; *Ankermann*, *De motu et evol. filor. spermaticorum.* Regiom. 1854, und Zeitschr. f. wiss. Zool. VII; *Kölliker*, Phys. Studien über die Samenflüssigkeit, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VII. S. 252, auch Würzb. Verh. VI. S. 80; *E. Godard*, *Étud. sur la monorchidie et la cryptorchidie.* Paris 1857. (Entw. d. Samenfäden); *J. Moleschott* und *Ricchetti*, Mittel, ruhende Samenfäden zur Bewegung zu bringen, in Wien. Med. Wochenschr. 1855. Nr. 18; *B. Panizza*, *Osservazioni anthropo-zootomico-fisiologiche.*

Pavia 1836; *J. Müller*, Entdeckung der bei der Erection wirksamen Arterien, im Arch. 1834. S. 202; *G. Valentin*, Ueber den Verlauf der Blutgefässe in dem Penis des Menschen, in *Müll.* Arch. 1838; *Kobelt*, Die männlichen und weiblichen Wollustorgane. Freib. 1844; *Herberg*, *De erectione penis*. Lips. 1844; *Kölliker*, Ueber das anat. und phys. Verhalten der cavernösen Körper der männl. Sexualorgane, in Verh. d. Würzb. med. phys. Ges. 1851; *Kohlrausch*, Zur Anat. und Phys. der Beckenorgane. Leipzig 1854; *Ecker*, *Icon. phys.* Tab. XIX; *Uffelmann*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XVII. S. 254. (*Urethra*); *W. M. Banks*, *On the Wolffian bodies of the fetus and their remains in the adult.* Edinburgh 1864; *E. Sertoli*, *Cellule ramificate nei canalicoli seminiferi.* (*Estratto dal Morgagni* 1864); *Q. Sabatier*, *Rech. anatom. sur les appareils musculaires de la vessie et de la prostate.* Paris u. Montpellier 1864; *J. W. Schuit*, *Ontl. beschouw. d. mensch. voorstandklier.* Leiden 1864; *J. B. Pettigrew*, in *Proc. Roy. Soc.* Vol. 15. p. 244; *Schweigger-Seidel*, in *Virch.* Arch. Bd. XXXVII. S. 225; *Valentin*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XVIII. S. 21, Bd. XXI. S. 39; *Fr. Grohé*, in *Virch.* Arch. Bd. XXXII. S. 401; *Fr. Schweigger-Seidel*, in Arch. f. mikr. Anat. I. S. 309; *v. La Valette St. George*, in Arch. f. mikr. Anat. I. S. 403; *G. Bizozzero*, in *Annali univ. di medic.* Bd. CLXXXVII. Febr.; *P. Mantegazza e C. Bozzi*, *Anat. patol. d. testicoli.* Milano 1865; *C. Langer*, in Wien. Sitzungsber. Bd. XLVI. S. 120.

B. Weibliche Geschlechtsorgane.

§. 194.

Die weiblichen Sexualorgane bestehen 1) aus zwei die Eier bildenden folliculären Drüsen, den **Eierstöcken**, mit den beiden, jedoch nicht unmittelbar mit ihnen zusammenhängenden Ausführungsgängen, den **Eileitern** und den **Nebeneierstöcken**, 2) aus dem **Fruchthälter** zur Bergung und Hegung der Frucht, 3) aus den die Frucht nach aussen leitenden und zugleich als Begattungsorgane dienenden Theilen, der **Scheide** und den **äusseren Genitalien**.

§. 195.

Eierstock, Nebeneierstock. Die **Eierstöcke**, *Ovaria*, bestehen abweichend von anderen Drüsen aus einem mehr derben faserigen Gewebe und zeigen auf Quer- und Längsschnitten drei Zonen, welche als **Mark-** und **Rindensubstanz** und als **Hülle** sich bezeichnen lassen (Fig. 389). Von der **Hülle** wird allgemein angenommen, dass sie aus zwei Lagen bestehe, einem vom Bauchfelle abstammenden serösen Ueberzuge und einer fibrösen Haut, der *Albuginea*; es ist jedoch zu bemerken, dass ebenso wie beim Hoden eine besondere *Serosa* nur am angewachsenen Rande des Organes darstellbar ist, an den übrigen Stellen dagegen dieselbe mit der sog. *Albuginea* untrennbar vereint ist. Aber auch die *Albuginea*, obschon für das blosse Auge häufig als weisser Saum von der Rindensubstanz unterscheidbar, grenzt sich, wie die mikroskopische Betrachtung lehrt, keineswegs nach innen ab, hängt vielmehr ohne scharfe Grenze mit der bindegewebigen Grundlage (*Stroma*) der Rinde zusammen. Der Zusammensetzung nach besteht die Hülle des Eierstocks (Fig. 390), deren Dicke



Fig. 389.

Fig. 389. Querschnitt durch den Eierstock einer im fünften Schwangerschaftsmonate Verstorbenen. *a. Graaf*'sche Follikel der unteren, *b.* der oberen Fläche, *c.* Peritonaeallamelle vom *Lig. latum* auf den Eierstock sich fortsetzend und mit *d.* der *Albuginea* verschmelzend. Im Innern sind zwei *Corpp. albicantia* (alte gelbe Körper) enthalten, *e. Stroma* des Eierstocks.

beim Menschen von 0,1—0,5 mm und mehr beträgt, zu äusserst aus einer einfachen, 15—18 μ dicken Schicht kurz walzenförmiger Zellen und einem derben faserigen Bindegewebe mit vielen spindelförmigen Bindegewebskörperchen, dessen Bündel zu äusserst so angeordnet sind, dass einige (3—4) dünne Lamellen entstehen, in denen die Fasern besonders in zwei Richtungen parallel der Quer- und Längsaxe des Organes verlaufen. Schon diese Lagen hängen jedoch durch schiefe und senkrecht aufsteigende Faserzüge zusammen und nach innen folgen die Bündel, die in allen Richtungen sich kreuzen, welche unmerklich in die Rindensubstanz übergehen.

Diese oder die eigentliche Drüsensubstanz des *Ovarium* bildet am Querschnitte eine stark bogenförmig gekrümmte breite, grauweisse Zone, welche nur am *Hilus* des Organes fehlt und in der Regel einzig und allein die Drüsenelemente oder die Eisäckchen trägt. Diese, auch Eikapseln oder *Graaf*sche Follikel (*Ovisacci s. Folliculi Graafiani*) geheissen, zerfallen in gut ausgebildeten Ovarien geschlechtsreifer Individuen in von blossem Auge sichtbare (Fig. 389) und in mikroskopische Bildungen (Fig. 390). Letztere, im engeren Sinne Eisäckchen genannt, finden sich zu vielen Tausenden (*Henle* nimmt annähernd 36000 für jeden Eierstock an) in den äussersten Lagen der Rindensubstanz in mehrfachen Zügen, so dass die kleinsten Säckchen von etwa 40 μ Durchmesser zu äusserst, grössere bis zu 80 und 100 μ, von denen die grössten mehr nur vereinzelt und sparsam vorkommen, weiter nach innen stehen. Hier liegen auch die von blossem Auge sichtbaren grösseren Bildungen von 0,5—6 mm, die alle eine mit Flüssigkeit gefüllte Höhlung enthalten und vorzugsweise *Graaf*'sche Follikel heissen, meist in einfacher Reihe, so jedoch, dass einzelne ganz grosse einerseits bis gegen die Hülle und anderseits bis in die Marksubstanz hineinreichen. Die Zahl dieser grösseren Follikel ist in gut entwickelten Eierstöcken, wie man sie am häufigsten von Schwangeren und Wöchnerinnen erhält, eine grössere als gewöhnlich angegeben wird und kann bis zu 50—100—200 und noch mehr in jedem Eierstocke ansteigen.

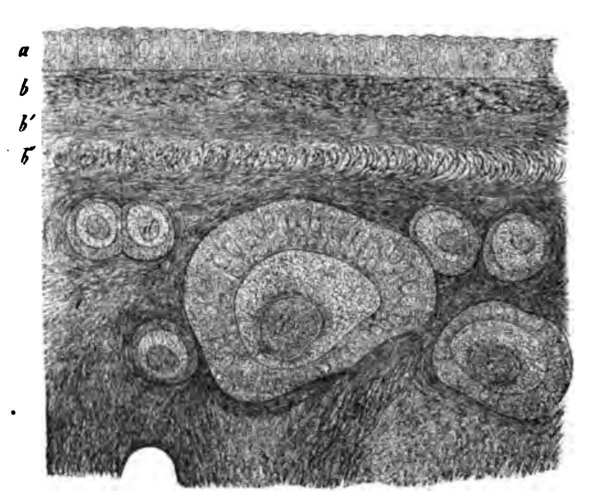


Fig. 390.

Ausser diesen Elementen, die den Werth geschlossener Drüsenblasen haben, besteht die Rinde, abgesehen von den Blutgefässen, noch aus einem *Stroma* von Bindesubstanz, das, durch die geringe Entwickelung einer mehr gleichartigen oder schwachfaserigen Grundsubstanz sich auszeichnet, eine ungemeine Menge von spindelförmigen

Fig. 390. Oberflächliche Lagen des in Alkohol gefärbten Eierstocks eines erwachsenen Kaninchens im Sagittalschnitte. Vergr. 350. *a*. Peritonealepithel, *b*, *b'*, *b''*. Hülle des Organes mit 3 Lagen, deren Lagen meist longitudinal und transversal verlaufen, *c*. *Stroma* der Rindensubstanz, kleinere (*d*) und grössere (*e f*) Eisäckchen einschliessend, an denen das Epithel, Ei und Keimbläschen sichtbar ist.

Bindegewebskörperchen enthält und im Allgemeinen mehr den Typus eines unentwickelten (embryonalen) faserigen Bindegewebes trägt.

Die grauröthliche, weichere Marksubstanz dringt vom *Hilus* aus in das Innere des Organes ein und bildet den Kern desselben. Dieselbe besteht, abgesehen von den zahlreichen Blutgefässen, aus weicherem, faserigem Bindegewebe mit einer geringeren Zahl von Spindelzellen, und enthält auch, worin ich *Henle* beistimme, eine gewisse Zahl vom *Lig. ovarii* abstammender Bündel glatter Muskeln, die jedoch nie in die eigentliche Drüsensubstanz eintreten und noch im Bereiche der Marksubstanz, wo sie, wie die Arterien, begleitende Züge darstellen, sich verlieren.

Von den Eisäckchen werden die jüngeren Formen im nächsten Paragraphen besprochen werden und schildere ich hier nur die ausgebildeteren Follikel. Ein jeder derselben (Fig. 391) besteht aus einer gefässhaltigen Bindegewebsschicht, einem Epithel, das an einer bestimmten Stelle in sich das Ei birgt, und einem flüssigen Inhalte. Die bindegewebige Hülle, *Theca folliculi v. Baer, Tunica folliculi Bischoff*, von 140—200 μ Gesammtdicke bei Follikeln von 1,8 — 2 mm, besteht deutlich aus zwei Lagen, von denen die äussere als *Fibrosa*, die innere als *Mucosa* (*Membrana propria folliculi Henle*) bezeichnet werden kann und den zwei Häuten muskelnfreier, grösserer Drüsencanäle entsprechen. Die *Fibrosa* von beiläufig der dreifachen Dicke der *Mucosa* besteht aus der gleichen Bindesubstanz wie das *Stroma* der Rinde, nur dass dieselbe etwas fester ist, und geht auch ohne scharfe Grenze in das *Stroma* über, dagegen ist dieselbe durch eine dünne Lage lockeren Gewebes von der *Mucosa* geschieden und lässt sich aus diesem Grunde bei grossen Follikeln die letztere Hülle mit ihrem Inhalte ziemlich leicht als Ganzes ausschälen. Ihrem Baue nach stimmt die *Mucosa* am meisten mit gewissen weichen Schleimhäuten überein und zeigt ein der cytogenen Bindesubstanz ähnliches Gewebe, indem sie aus einem zarten *Reticulum* und sehr zahlreichen in den Maschen desselben befindlichen Zellen besteht. Es sind jedoch hier die Zellen, deren Gestalt rundlich und kurz spindelförmig ist, und deren Grösse 15—22 μ und darüber beträgt, grösser und dichter gelagert als irgendwo sonst, und erhält so die *Mucosa* der *Graaf*'schen Follikel ein eigenthümliches Gepräge. An der innern Oberfläche dieser *Mucosa* zeigt sich oft ein heller Saum wie eine *Membrana*

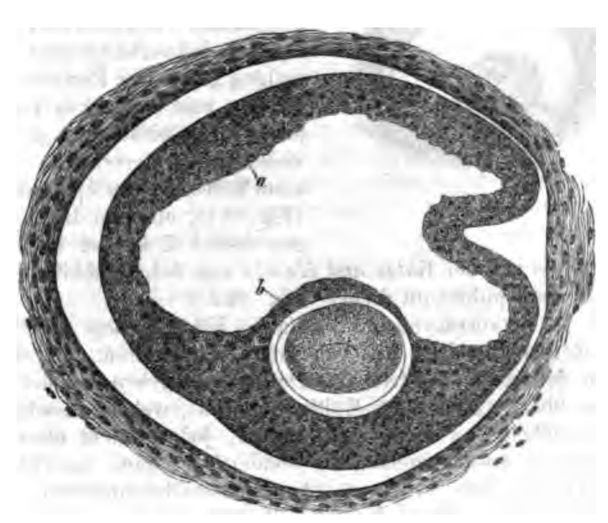


Fig. 391.

Fig. 391. Eifollikel eines 7 Monate alten Mädchens. Vergr. 220. Der 0,351 mm grosse Follikel zeigt das Epithel (*M. granulosa*) abgelöst; in demselben, an einer verdickten, der Oberfläche des *Ovarium* abgewendeten Stelle, den Eihügel mit dem *Ovulum*, an dem die *Zona pellucida* und das Keimbläschen sichtbar sind. Die umgebende Faserhülle zeigt noch nicht zwei Lagen, und ist nach aussen gegen das *Stroma* nicht scharf abgegrenzt.

propria oder *Basement membrane*; es ist mir jedoch bei meinen neuesten Untersuchungen nicht gelungen, diese Lage irgend je als eine besondere Haut darzustellen, wie mir diess früher vorgekommen war.

Das Epithel des Follikels oder die Körnerschicht (*Membrana granulosa*) der Früheren kleidet als eine 20 — 30 μ und darüber dicke Lage den ganzen Follikel aus und besitzt an der der Oberfläche des Eierstocks abgewendeten Seite desselben, wo das Ei sitzt, eine warzenförmig nach innen vortretende Verdickung um dasselbe herum, die ich Eihügel, *Cumulus ovigerus*, nennen will (Fig. 391), da die älteren Namen: *Discus oophorus*, *D. s. Cumulus proligerus*, Keimhügel, Keimscheibe, theils nicht zutreffend sind, theils zu Verwechslungen mit der Keimscheibe des befruchteten Eies Veranlassung geben. Die 6 — 9 μ grossen, in mehreren Lagen angeordneten, rundlich vieleckigen Zellen des genannten Epithels mit verhältnissmässig grossen Kernen und häufig einigen gelblichen Fettkörnchen, sind äusserst zart und werden bald nach dem Tode undeutlich, so dass dann das ganze Epithel nur als eine feinkörnige Schicht mit vielen Kernen erscheint. Auf dem Ei selbst finde ich beim Menschen nur eine oder zwei Lagen solcher Zellen (Fig. 391), obschon das Epithel im Ganzen am *Cumulus* gewöhnlich dicker ist, bei Thieren dagegen ist, wie auch *Schrön* von der Katze und *Henle* vom Schafe abbildet, die Zellenlage an der freien Seite des Epithels oft dicker (Fig. 392).

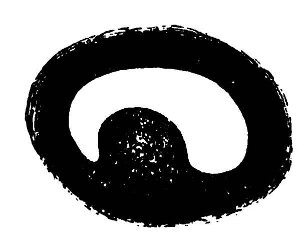


Fig. 392.

Im hervorragendsten Theile des Eihügels liegt das Ei, *Ovulum*, eingebettet in die Zellen desselben und von ihnen festgehalten. Berstet der Follikel oder sprengt man denselben, so tritt das *Ovulum*, umgeben von den Zellen des *Cumulus* und den benachbarten Zellen des Epithels, heraus, welche dasselbe nach Art eines Ringes oder einer Scheibe zu umfassen scheinen, jedoch nicht etwa nur mit der grössten Breite desselben zusammenhängen, sondern es ganz umschliessen. Das Ei ist frisch ein kugelrundes, 0,22 — 0,32 mm messendes Bläschen, das, obschon in einigen Beziehungen eigenthümlich, doch die Bedeutung und Zusammensetzung einer einfachen Zelle hat, auch wenn es sich ergeben sollte, wie unten weiter besprochen werden soll, dass die dasselbe umschliessende Membran, die sogenannte Dotterhaut, *Membrana vitellina*, nicht oder nur zum Theil die Bedeutung einer Zellmembran besitzt. Diese Hülle ist von der ungewöhnlichen Dicke von 7 — 9 — 11 μ und umgibt an den mikroskopischen Bildern den Inhalt oder den Dotter, *Vitellus*, wie ein heller, durchsichtiger Ring, daher sie auch *Zona pellucida* heisst. Dieselbe ist beim Menschen, wie es scheint, ganz gleichartig, sehr elastisch und ziemlich fest, so dass sie eine bedeutende Ausdehnung erträgt, ohne zu reissen, und stimmt in ihren chemischen Verhältnissen ganz mit den *Membranae propriae* überein. Der in frischen Eiern die Dotterhaut ganz ausfüllende, leicht gelbliche Dotter besteht, wie ächtes Zellenprotoplasma, aus einer zähen Flüssigkeit und vielen feinen, blassen, in dieselbe eingestreuten Körnchen, zu denen in reifen Eiern auch einige Fettkörnchen sich gesellen. Ziemlich in der Mitte

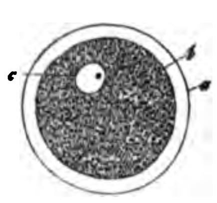


Fig. 393.

Fig. 392. *Graaf*'scher Follikel des Kalbes. Vergr. 80. Grösse des Follikels 0,44 mm, Dicke der Faserhaut 38 μ, des Epithels 55 — 58 μ, des Eihügels 120 μ, Grösse des Eies 71 μ.

Fig. 393. *Ovulum* des Menschen aus einem mittelgrossen Follikel, 250 mal vergr. *a*. Dotterhaut, *Zona pellucida*, *b*. äussere Begrenzung des Dotters und zugleich innere Grenze der Dotterhaut, *c*. Keimbläschen mit dem Keimflecke

des Dotters sitzt ein schöner, bläschenförmiger Kern von 30 — 45 μ Grösse mit hellem Inhalte und einem gleichartigen, runden, wandständigen, 7 — 10 μ grossen Kernkörper, welche beiden Theile hier gewöhnlich Keimbläschen, *Vesicula germinativa* (das *Purkyne*'sche Bläschen), und der Keimfleck *Macula germinativa* (der *Wagner*'sche Fleck) heissen.

Ausnahmsweise finde ich auch beim Menschen, wie diess von Thieren bekannt ist, zwei Eier in Einem Follikel, und zwar in Einem *Cumulus* (*Schrön* sah bei der Katze auch 3 Eier), und ebenso traf ich auch einmal zwei Keimbläschen in einem ausgebildeten Eie mit schön gebildeter *Zona* (Fig. 400 *D*). Bei Thieren sind auch die Keimflecken zu zweien und dreien und im Innern derselben kleine Höhlungen gesehen. Eine Oeffnung in der Dotterhaut zum Eintritte der Samenfäden, eine sogenannte *Micropyle*, ist beim menschlichen Eie noch nicht gesehen, dagegen glaubt *Pflüger* von der Anwesenheit einer solchen beim Katzeneie sich überzeugt zu haben.

Der Nebeneierstock, ein Rest des *Wolff*'schen Körpers der Embryonen, besteht aus einer gewissen Zahl vom *Hilus ovarii* pinselförmig in den Fledermausflügel ausstrahlender Canäle von 0,33 — 0,45 mm die beim Menschen weder in das *Ovarium* ausmünden, noch mit irgend welchen andern Theilen sich verbinden und nichts als etwas helle Flüssigkeit enthalten. Dieselben bestehen aus einer Faserhaut von 45 — 54 μ und einer einfachen Lage blasser, cylindrischer, flimmernder Zellen, und sind nur als Ueberrest eines embryonalen Gebildes von Belang.

Die Arterien des Eierstocks aus der *Arteria spermatica* und *uterina* treten als viele kleine Stämmchen zwischen den Platten der *Lig. lata* vom untern Rande in den Eierstock hinein, verlaufen im innern Theile seines *Stroma* geschlängelt und selbst korkzieherartig gewunden weiter und enden einerseits im *Stroma* selbst und in der Hülle, vor allem aber in den Wänden der *Graaf*'schen Follikel, wo sie ein äusseres gröberes und ein inneres feines, bis an die *Membr. granulosa* heranreichendes Netz erzeugen. Die Venen entspringen an denselben Orten, sind beim Menschen in den Wänden grösserer Follikel meist sehr schön zu sehen, bilden am *Hilus ovarii* einen reichen Plexus (*Rouget*) und enden an den *Venae uterinae* und *spermaticae internae*. Von Lymphgefässen kommen einige Stämmchen aus dem *Hilus ovarii* hervor und begeben sich mit den Blutgefässen weiter zu den Lenden- und Beckendrüsen. Bei der Kuh hat neulich *His* die Lymphgefässe im Innern des *Ovarium* eingespritzt und dieselben bis in die *Fibrosa* der Follikel und in die gelben Körper verfolgt, wo sie, wie auch sonst im *Stroma*, reichliche Netze bilden und überall nur eine einfache epitheliale Wand besitzen. Die Nerven des *Ovarium* stammen aus dem *Plexus spermaticus*, dringen als kleine Stämmchen mit feinen Nervenröhren und *Remak*'schen Fasern mit den Arterien in den Eierstock ein, sind jedoch in ihrem letzten Verhalten noch nicht erforscht.

Meine frühere Vermuthung, dass die Canäle des Nebeneierstockes flimmern, gründete sich auf die in meiner Mikr. Anat. II. 2. S. 446 mitgetheilte Beobachtung über flimmernde Cysten in den breiten Mutterbändern, und ist nun von *Becker* durch unmittelbare Beobachtung bestätigt worden (l. s. c. S. 74). Dieser Forscher fand bei einer Stute in zahlreichen Cysten am *Ovarium* ebenfalls Flimmerepithel. — Bei Kaninchen hat *Remak* an der *Zona* eine feine Streifung in der Richtung der Dicke beobachtet, welche *Quincke* auch bei der Kuh auffand. Ich habe für die Kuh und *Pflüger* für die Katze diese Beobachtung bestätigt und stehe nicht an, zu behaupten, dass dieselbe von Porencanälchen abhängt. *Quincke* sah auch einmal an einem menschlichen Eie eine Andeutung einer solchen Streifung. *Pflüger*'s Angaben über die *Micropyle* des Katzeneies, in Betreff welcher mir eigene Beobachtungen abgehen, verdienen alle Beachtung und sind zur weiteren Prüfung zu empfehlen, ebenso wie das, was er über Fortsätze der Zellen der *Membrana granulosa* in und durch die *Zona* mittheilt. — In Betreff der Lage des *Cumulus ovigerus* im tiefen Theile

der Follikel kann ich für den Menschen den auf Thiere sich beziehenden Darstellungen von *Pouchet*, *Schrön* und *Henle* mich anschliessen.

In dem *Stroma ovarii* hat man schon oft nach glatten Muskeln gesucht, seit ich zuerst auf die Möglichkeit des Vorkommens solcher Elemente aufmerksam gemacht (Mikr. Anat.). In der That behaupten auch *Rouget*, *Klebs* und *Aeby* das Vorkommen von solchen bei Menschen und bei Säugern. Die Angaben von *Rouget* (l. c. S. 737, 738) sind jedoch so allgemein und unbestimmt, dass sie keine Beachtung beanspruchen können, und wenn *Klebs* sagt, dass das *Stroma ovarii* aller Säugethiere äusserst reich an glatten Muskeln sei, so erweckt diess auch nicht gerade grossen Glauben, denn so viel ist sicher, dass, wenn solche Elemente vorkommen, sie nur in sehr spärlicher Zahl sich finden. *Aeby* hat bestimmte Schilderungen und Abbildungen der Elemente gegeben, die er für glatte Muskeln hält, und daraus ersieht man, dass er, wie er auch selbst zugibt, dieselben Elemente meint, die ich von jeher als dem Bindegewebe angehörende Spindelzellen bezeichnet habe und die ich nach meinem jetzigen Standpuncte in der Bindegewebsfrage für Bindegewebskörperchen halte. Ich sehe auch jetzt keinen Grund, diese Elemente, die anatomisch von den glatten Muskelzellen verschieden sind und deren physiologische Uebereinstimmung mit denselben auch nicht nachgewiesen ist, für Muskelfasern zu erklären, obschon auch *Grohé* und *His* an *Aeby* sich angeschlossen haben. Es ist übrigens wahrscheinlich, dass alle diese Forscher auch die wirklichen Muskeln der Marksubstanz gesehen haben, welche von dem *Ligamentum ovarii* aus, wo ich diese Gebilde schon längst beschrieben, wie *Henle* zuerst meldete, auch in das Innere des *Ovarium* eintreten. — In den Eierstöcken der Fische, Amphibien und Vögel finden sich nach den Untersuchungen von *Leydig*, *Rouget* und *Aeby* unzweifelhafte glatte Muskelfasern, die ich selbst vom Frosche schon seit Langem kenne, wo sie scheidenartig die Arterien umhüllen.

Die Veränderungen der grösseren Follikel des Eierstocks sind lange noch nicht hinreichend erforscht und weiss man namentlich nichts Bestimmtes über das allmähliche Heranreifen und ein allfälliges Vergehen derselben, abgesehen von der regelrechten *Dehiscenz*, in Betreff welcher übrigens auch noch Manches genauer zu bestimmen ist. So viel scheint jedoch sicher, dass häufig Follikel atrophisch werden, und sind die von *Henle* abgebildeten faltigen Membranen, die ich auch kenne, wohl sicher auf solche zu beziehen; ferner haben *Pflüger* und *His* Angaben über fettige Entartung der Follikel und Obliteriren der Gefässe der *Mucosa* zugleich mit Pigmentbildung, von denen ich die ersteren für die Kuh bestätigen kann. Ausserdem habe ich beim Menschen eine Obliteration von Follikeln mittlerer Grösse durch Wucherungen der *Mucosa* wahrgenommen, welche häufig bis zu 0,3 mm und darüber Dicke erreichte, während sie normal nur 40—50 μ stark ist und nahezu den Bau besass, den sie in jungen, gelben Körpern zeigt. Nach *Pflüger* vergehen auch die mikroskopischen Eisäckchen massenweise, doch möchten in dieser Beziehung die Thatsachen wohl noch nicht ausreichen, um sichere Schlüsse zu gestatten.

§. 196.

Entwickelung der *Graaf*'schen Follikel und Eier. Die so wichtigen Entwickelungsvorgänge im Eierstocke können in einem Werke über Gewebelehre um so weniger übergangen werden, als, wie wir seit langem wissen, eine Entwicklung von Eisäckchen und Eiern auch nach der Pubertätszeit noch gefunden wird und wahrscheinlich während der ganzen Periode der Geschlechtsthätigkeit in bestimmten Zeiten eintritt.

Bis vor kurzem herrschten mit Bezug auf die Entwickelung der drüsigen Elemente des *Ovarium* Vorstellungen, die, wenn sie als richtig erfunden worden wären, dem Eierstocke eine ganz besondere Stellung unter den ächten Drüsen angewiesen haben würden, denn man liess ganz allgemein die Eisäckchen, die doch den Drüsenbläschen anderer Drüsen entsprechen, jedes für sich unabhängig von den übrigen im Gewebe des Eierstockes entstehen. Nun lehren aber die neuesten Erfahrungen von *His* und *Pflüger*, dass dem wahrscheinlich nicht so ist, und scheint nun das Organ den andern ächten Drüsen sich anzureihen.

Die allererste Entwickelung des *Ovarium* ist bis jetzt allein von *His* untersucht worden, und hat dieser Forscher nachzuweisen versucht, dass dasselbe ein unmittelbarer Abkömmling der Urniere sei, von der Ein Drüsencanal und Ein Gefässknäuel wuchernd zu einem besonderen Organe sich gestalten. Aus dem Epithel dieses Drüsencanals glaubt *His* die Eier und Epithelzellen der Eisäckchen ableiten zu dürfen, doch ist zu bemerken, dass für diese, wenn auch sehr zusagende Vermuthung bis jetzt die nähern Belege noch fehlen. Immerhin sprechen die Erfahrungen von *Valentin* und *Pflüger* über spätere Entwickelungszustände des Organes sehr entschieden im Sinne von *His*.

Schon vor Jahren (*Müller*'s Arch. 1838. S. 531) nämlich hat *Valentin* die wichtige Beobachtung mitgetheilt, dass der Eierstock von Embryonen einen röhrigen Bau besitze und angegeben, dass in den an beiden Enden blinden Eierstocksröhren, die im Baue den Samencanälchen gleichen, die Eisäckchen sich bilden, mit deren Entwickelung dann nach und nach die Röhren verschwinden. Sind diese Angaben auch nicht ganz richtig, so bezeichnen sie doch den ersten Schritt zur Erkenntniss der wirklichen Entwickelung der Eisäckchen und Eier, doch dauerte es lange Zeit, bis auf denselben weiter gebaut wurde, denn wenn man von einer kurzen, aber inhaltsschweren Mittheilung von *Billroth* absieht, der (*Müller*'s Arch. 1856. S. 149) angibt, dass er bei einem 4 Monate alten menschlichen Fötus die Entwickelung der *Graaf*'schen Follikel durch Abschnürung von langen cylindrischen Schläuchen beobachtet habe, so ist *Pflüger* der erste, der diese Frage weiter verfolgte und zum Gegenstande einer ausführlichen Untersuchungsreihe machte, die eine vollkommene Bestätigung und wesentliche Erweiterung der Hauptangaben seiner Vorgänger ergab. Den ausgezeichneten Forschungen dieses Autors kann ich, nach Beobachtungen über die Eierstöcke von Embryonen von Katzen, Rindern und des Menschen, in den wesentlichen Puncten mich anschliessen und stelle ich in Folgendem die wichtigsten Ergebnisse zusammen.

Als Ausgangspunct der Drüsenbildungen des Eierstocks erscheinen in embryonalen Ovarien besondere Stränge, die als die Drüsenstränge des Eierstocks bezeichnet werden können. Diese Stränge bestehen aus einer oberflächlichen Lage kleiner, epitheliumartiger Zellen, den Vorläufern der *Membrana granulosa* der *Graaf*'schen Follikel, und einer innern zusammenhängenden Masse etwas grösserer Zellen, den Eiern. Bei gewissen Geschöpfen, wie bei der Katze nach *Pflüger*, besitzen diese Stränge eine besondere, gleichartige Umhüllungsmembran, während beim Menschen und bei Wiederkäuern eine solche fehlt und die fraglichen Gebilde einzig und allein von zarten, platten Ausläufern des bindegewebigen *Stroma* umgeben werden. Nichts desto weniger können dieselben,

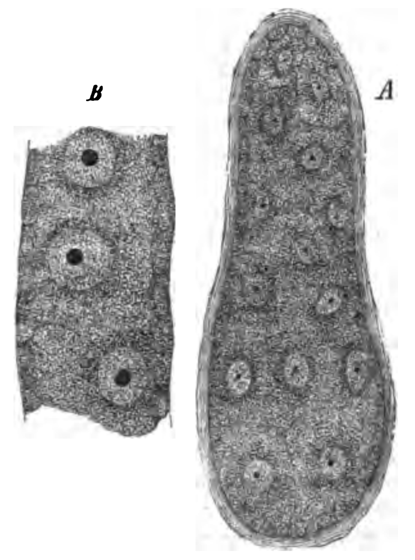


Fig. 394.

Fig. 394. Drüsenstränge (Drüsenschläuche) des *Ovarium* eines älteren Katzenembryo. Vergr. 350. *A.* Ein annähernd keulenförmiger Strang, der aus einem einfachen Epithel und einer innern zusammenhängenden Masse von Eiern besteht. *B.* Ein Theil eines cylindrischen Stranges mit einer einfachen Reihe von Eiern. Eine besondere Hülle der Stränge ausser dem *Stroma ovarii* war nicht bestimmt zu erkennen.

wenn man will, auch hier Drüsenschläuche heissen, und stellen auf jeden Fall mit ihrer epithelartigen Aussenlage und ihrem zelligen Inhalte die Analoga von solchen dar. Es sind übrigens die fraglichen Drüsenstränge keine für sich bestehenden Gebilde, vielmehr hängen dieselben, wenigstens bei jungen Embryonen die meisten, vielleicht alle, untereinander zusammen und stellen ein besonderes Netzwerk in den Maschen des bindegewebigen *Stroma* des Eierstocks dar.

Die erste Entwicklung der Drüsenstränge des *Ovarium* ist noch nicht verfolgt und besitzen wir in dieser Beziehung nichts als die oben erwähnte Vermuthung von *His*. Dagegen lässt sich auch an vorgerückteren embryonalen Ovarien sehen, dass dieselben ohne Ausnahme von der Oberfläche des Organes gegen das Innere zu in vorschreitender Entwickelung begriffen sind. Die oberflächlichsten, dicht an einer dünnen Begrenzungshaut des Eierstocks gelegenen Stränge nämlich zeigen kleinere Elemente, und findet man hier nicht selten Stränge, in denen die Zellen so ziemlich alle gleich sind und ein Unterschied zwischen Eizellen und Epithelzellen noch nicht ausgesprochen ist.

Die Umbildung der Eier haltenden Drüsenstränge des Eierstocks in die *Graaf*'schen Follikel oder Eisäckchen findet schon bei Embryonen statt, beginnt an den tiefsten Theilen derselben und schreitet von da langsam nach aussen fort, so dass bald die Eierstöcke, deren Marksubstanz oder *Hilusstroma* (*His*) mittlerweile auch zunimmt, in der immer noch sehr mächtigen Drüsen- oder Rindensubstanz eine innere Zone mit gesonderten und in der Sonderung begriffenen Eisäckchen zeigen, während nach aussen noch die ursprünglichen Drüsenstränge sich finden. Die Vorgänge, die die Sonderung bewirken, sind zweierlei, die immer Hand in Hand gehen, nämlich einmal Wucherungen des bindegewebigen *Stroma* der Drüsensubstanz und zweitens ähnliche Erscheinungen an dem Epithel der Drüsenstränge. So entstehen Scheidewände, welche nach und nach die Drüsenstränge durchsetzen und dieselben in kleinere Abschnitte zerfällen, die häufig noch mehrere, zwei, drei, vier und noch mehr Eier, oft aber auch nur Ein Ei enthalten und ebenso gebaut sind, wie die grösseren Drüsenstränge, d. h. ebenfalls oberflächlich ein Epithel enthalten. Indem nun diese Scheidewandbildungen sich wiederholen, zerfallen endlich die Stränge ganz und gar in einzelne kleinste Abschnitte, von denen jeder ein Ei und eine Lage von Epithelzellen um dasselbe herum enthält und in einem besonderen geschlossenen Fache des *Stroma* liegt, womit dann die ersten Anlagen der Eisäckchen gegeben sind (Fig. 395).

Dieses Zerfallen der Drüsenstränge schreitet übrigens nicht allzu rasch vor sich, und erhält sich lange zu äusserst unter der mittlerweile auch an Dicke zunehmenden Hülle des Organes eine bald dünnere, bald dickere Lage von Drüsensträngen, wie diess noch an den Eierstöcken neugeborner und junger Geschöpfe zu sehen ist. Wie lange diese letzte Lage embryonalen Gewebes besteht und welches ihre späteren Schicksale sind, ist noch nicht genügend erforscht und wird weiter unten auf diese Frage zurückzukommen sein.

Eben gebildete Eisäckchen liegen ohne Ausnahme ganz dicht beisammen, nur durch dünne *Septa* des *Stroma* von einander getrennt, so dass solche Stellen den Eindruck eines gross und dichtzelligen Knorpels machen. Nach und nach wuchert aber das *Stroma*, das aus rundlichen und spindelförmigen Bindesubstanzzellen und etwas Zwischensubstanz besteht, mehr und rücken so die Eisäckchen auseinander. Zugleich tritt auch ein Theil des *Stroma* in nähere Beziehung zu den Eisäckchen und gestaltet sich zu der Faserhaut dieser Organe. Die weiteren Vorgänge, die schon in der embryonalen Zeit beginnen, vor allem aber in der spätern Zeit sich ausbilden, sind im Ganzen leicht zu verfolgen und gestalten sich folgendermassen. Das Epithel der Eisäckchen, wie wir sahen, ein Abkömmling des Epithels der Drüsenstränge, das mit dem *Stroma* wuchernd um die einzelnen Eier sich herum bildete, ist bei eben gebildeten Follikeln eine dünne, aus einer einzigen Schicht platter und häufig unscheinbarer Zellen gebildete Lage, welche jedoch nicht lange in diesem Zustande verharrt,

sondern bald an Dicke zunimmt und zu einem deutlichen Pflasterepithel sich gestaltet, welches bei menschlichen Embryonen schon an Follikeln von 19 — 20 μ zu sehen ist. In weiterer Entwickelung wird das immer noch einschichtige Epithel cylindrisch und beginnt dann, während zugleich die Faserhaut des Follikels und das Ei mitwachsen, so zu wuchern, dass eine längere Zeit hindurch die der Oberfläche des *Ovarium* zugewendete Seite desselben der andern voran ist. So bilden sich durch Vermehrung der Epithelzellen erst zwei und dann drei Zellenlagen und noch mehr, worauf dann die Bildung der Höhlung des Follikels sich einleitet. Dieselbe kommt, wie so viele

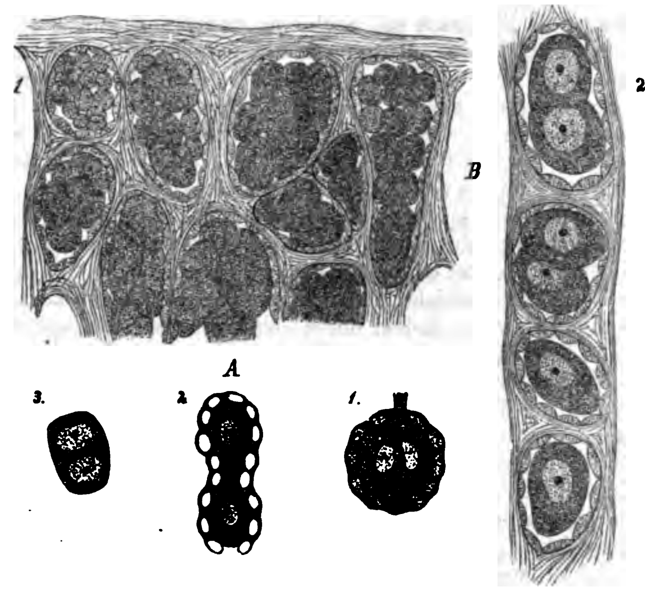


Fig. 395.

Lücken der embryonalen Zeit, durch eine Spaltbildung im Epithel selbst zu Stande, und zwar ist es, wie es scheint, stets die der Oberfläche des *Ovarium* nähere Wand des Epithels, in der eine Lücke auftritt. Die tiefste Lage des Epithels, an der Stelle, wo die Lücke sich bildet, bleibt auf dem Ei liegen, und so kommt es, da die Spaltbildung selbst nicht ringsherum geht, schliesslich zu dem schon geschilderten Verhalten, nämlich der Lagerung des Eies innerhalb eines in die Höhle des Follikels vorspringenden epithelialen Wulstes, des Eihügels. Das Weitere, die Zunahme der Höhlung und des *Liquor Graafianus*, ist leicht verständlich und bemerke ich nur noch, dass bei kleineren Follikeln mit Höhlung das Epithel relativ dicker ist, als bei ausgebildeten Säckchen.

Fig. 395. Elemente der Ovarien menschlicher Embryonen. *A*. Von einem 6 monatlichen Embryo. Vergr. 400. 1. Zwei Eier, umgeben von einer Epithellage, von denen das eine einen Fortsatz besitzt, durch den es wahrscheinlich mit einem anderen Eie zusammenhing wie bei 2. wo zwei durch einen Strang von *Protoplasma* vereinigte Eier (Ureier) sammt Epithel dargestellt sind. 3. Ein Urei mit zwei Kernen (Keimbläschen). *B*. Von einem 7 Monate alten Embryo. Vergr. 400. 1. Oberflächliche Lagen des Eierstocks mit grösseren Drüsensträngen, von denen jeder aus einer Epitheliallage und einem Haufen Eier besteht, von denen die der Oberfläche näheren kleiner sind als die tieferen. 2. In der Sonderung begriffene Eisäckchen aus den tieferen Lagen der Drüsensubstanz des Organes. Man sieht zwei ganz gesonderte Säckchen und zwei Säckchen (Drüsenstränge), von denen jedes noch zwei Eier enthält.

Die jüngsten Eier, die mir bei 3monatlichen menschlichen Embryonen und jungen Embryonen von Kälbern und Schweinen zu Gesicht kamen, waren einfach Protoblasten und entbehrten einer äussern Hülle. Wie *Pflüger* glaube auch ich eine Vermehrung dieser »Ureier« (*Pflüger*) durch Theilung annehmen zu müssen, und erschliesse ich eine solche aus dem nicht seltenen Vorkommen von zwei Kernen in denselben (Fig. 395 *A* 3) und der häufigen innigen Verbindung mehrer (Fig. 395 *A* 1. 2), ja selbst ganzer Haufen solcher Eier. Eine bestimmt ausgeprägte Membran habe ich überhaupt vor der Sonderung der Drüsenstränge in Eisäckchen an den Eiern nicht gesehen, während *Pflüger* eine solche schon früher annimmt. Sind die Eisäckchen gebildet, so nehmen die Eier nach und nach eine schärfere Begrenzung an, und ist es bald nicht mehr zweifelhaft, dass eine dünne *Zona pellucida* sie umgibt. Anfangs nun ist die *Zona* nur durch eine einfache Linie bezeichnet. Bald aber treten mit dem Grösserwerden des Follikels zwei Contouren an derselben auf, und habe ich beim Kaninchen gesehen, dass die Gegend der *Zona* zuerst sich verdickt, wo das Epithel des Follikels dicker ist, welcher Umstand dafür zu sprechen scheint, dass die Eihülle unter Mitwirkung des Epithels des Follikels sich verdickt.

Die Faserhaut der Eisäckchen endlich ist ein Abkömmling des *Stroma ovarii* und tritt erst längere Zeit nach der Sonderung des Follikels als eine besondere Bildung auf, d. h. nachdem die Follikel eine gewisse Grösse erreicht haben. In weiterer Entwicklung wird dieselbe mehrschichtig und gestalten sich dann ihre äusseren Lagen zu einem mehr faserigen Gewebe, indem deren Zellen alle gestreckt spindelförmig werden, während die Elemente der inneren Theile mehr rundlich sich erhalten. Beim Menschen wird diese Hülle durch eine dünne, gleichartige Schicht von dem Epithel geschieden, die ich bei Thieren noch nicht mit Bestimmtheit zu erkennen im Stande war. Embryonale Eierstöcke sind sehr gefässreich und sah ich die Gefässe bis dicht an die dünne Hülle sich erstrecken. Mit der Dickenzunahme dieser rücken jedoch die Gefässe etwas in die Tiefe. Die Hülle des Organes ist ursprünglich ein ganz dünnes Gebilde, das nichts anderes ist als die äusserste Schicht des *Stroma*. Später wird diese Lage mehrschichtig, doch ist zu keiner Zeit eine Abgrenzung an derselben zu finden, welche zur Aufstellung einer *Albuginea* und eines besonderen serösen Ueberzuges berechtigen könnte. Das Verhalten ist mithin beim Eierstocke wie beim Hoden, der Leber und der Milz vieler Thiere, nur dass bei ihm die Faserhaut viel inniger mit dem Drüsengewebe zusammenhängt und nicht von ihm zu trennen ist. Wie das Epithel des Eierstocks sich entwickelt, habe ich nicht gesehen und weiss ich nur so viel, dass dasselbe bei jungen Embryonen fehlt und somit keine Rede davon sein kann, denselben eine Bedeutung für die Bildung der Drüsenstränge beizulegen, an welche Möglichkeit *Pflüger* gedacht hat.

Meine in diesem Paragraphen mitgetheilten Erfahrungen stehen im Wesentlichen ganz im Einklange mit den Ergebnissen, zu denen *Pflüger* in Folge einer langen und mühevollen Untersuchungsreihe gelangt ist, und ist es leicht möglich, dass die Abweichungen, die sich ergeben, davon herrühren, dass die Eibildung bei verschiedenen Geschöpfen in etwas verschiedener Weise sich macht, wofür das Werk von *Pflüger* selbst schon genug Belege bietet. Unwesentlich ist offenbar die Membran der Drüsenstränge, die *Pflüger* bei der Katze sah, da eine solche Hülle, wie *Pfl.* selbst fand, beim Kalbe fehlt und von *His* und mir auch beim Menschen vermisst wurde. Sehr wandelbar scheint ferner auch die Gestalt der Stränge selbst zu sein, indem bei den einen Geschöpfen mehr langgestreckte, bei den andern mehr kugelige und knollige Formen sich finden, was dann wieder Abweichungen in der Gestalt der Eihaufen (Eiketten *Pfl.*) nach sich zieht. Uebrigens beachte man, dass in einem und demselben Eierstocke alle Formen sich finden und dass auch im Laufe der Entwicklung die Formen wechseln. Für beständiger halte ich das Verhalten des Epithels der Drüsenstränge, abgesehen von dem, was die Grösse der Zellen anlangt, die bei den einen Thieren bedeutender ist als bei den andern, und besitzen nach meinen Erfahrungen ausgebildete Drüsenstränge, die deutliche Eier enthalten, stets ein Epithel.

Ich möchte daher glauben, dass das, was *Pflüger* von einem allmählichen Heraufwachsen des Epithels vom Grunde der Drüsenstränge aus angibt, sich nur auf die oberflächlichsten Stränge mit noch nicht vollständig differenzirten Elementen bezieht, wie *Pfl.* auf Taf. III. Fig. 1 welche abbildet, dass dagegen Stränge, wie die auf Taf. IV. Fig. 1, 2 und 5, ein Epithel besassen, das auch bei Fig. 2 in bedeutender Ausdehnung erkannt wurde. Die netzförmige Verbindung der Drüsenstränge kennt *Pfl.* auch, doch wird dieselbe von ihm weniger betont als von *His* und *mir*, woran das Schuld sein mag, dass wir auch Embryonen untersuchten, bei denen diese Verbindung die Regel ist, während nach der Geburt, wie auch ich bei der Katze sah, mehr isolirte Stränge sich finden. — Eine schöne Entdeckung *Pflüger*'s sind die amöbenähnlichen Bewegungen der jungen Eier, in Betreff welcher mir keine Erfahrungen zu Gebote stehen. — *Pflüger*'s Erfahrungen sind schon von verschiedenen Seiten bestätigt, von andern angezweifelt worden. Der erste, der, wenn auch in kurzer Mittheilung, eine vollständige Bestätigung der Angaben von *Pfl.* für Thiere brachte, war *Borsenkow*. Dann folgten *Spiegelberg* mit einigen aphoristischen Bemerkungen über Drüsenschläuche im *Ovarium* eines nicht ganz ausgetragenen menschlichen Fötus und *His* mit einer ausführlicheren Darstellung der Drüsenstränge des *Ovarium* eines jüngern menschlichen Fötus und dem Nachweis der Entwickelung des *Ovarium* vom *Wolff*'schen Körper aus. Endlich gaben auch noch *Letzerich* und *Langhans* Darstellungen der Drüsenschläuche von Kindern. *Spiegelberg* und *Letzerich* beschreiben vom Menschen eine Membran der Drüsenstränge, die *His* und *Langhans* ebenso wie ich selbst nicht zu finden im Stande waren. — Gegen *Pflüger* hat sich bis jetzt eigentlich nur *Bischoff* ausgesprochen, — denn die negativen Ergebnisse, die manche andere Forscher erhielten, fallen natürlich weniger in die Wagschale, — und angegeben, dass er keine Eischläuche finde. *B.* bleibt seiner früher auch von mir im Wesentlichen getheilten Auffassung treu und lässt die Eisäckchen selbständig aus Zellenhäufchen entstehen, die wahrscheinlich von Anfang an im Innern das Keimbläschen enthalten. Nachträglich bilde sich dann eine *Membrana propria* um das Häufchen und im Innern der Dotter und die *Zona*, welche letztere als eine Ausscheidung des Follikelepithels angesehen wird. Gestützt hierauf läugnet *Bischoff*, dass das Ei eine Zelle sei und betrachtet nur das Keimbläschen als eine solche. — Da *Bischoff* vorzüglich auf die Untersuchung embryonaler Ovarien sich stützt, welche *Pflüger* bei Seite gelassen hatte, so muss seine Aufstellung auch vor allem von dieser Seite beleuchtet werden und da ist dann zu bemerken, dass sowohl *His* als ich auch bei Embryonen die *Pflüger*'schen Angaben bestätigt fanden. *Bischoff* hat *Pflüger* nicht verstanden, weil er nach Schläuchen und Follikelketten suchte, allein Membranen der Drüsenstränge kommen nicht überall vor, und Follikelketten nur dann, wenn die Drüsenstränge schmal und lang sind, nicht aber, wenn dieselben grössere Haufen von Eiern enthalten, wie diess sehr häufig ist. Ich habe jetzt beim Embryo des Menschen ganz bestimmt solche Haufen von Eiern gesehen und mich davon überzeugt, dass das Ei mit Keimbläschen und Dotter vor dem Follikel da ist, stehe somit entschieden auch von Seiten der embryonalen Stufen für *Pflüger* ein und spreche das Ei entschieden als eine Zelle an, wobei ich es jedoch als unausgemacht betrachte, ob die *Zona* eine Zellmembran oder eine äussere Auflagerung ist.

Neben der *Pflüger*'schen Arbeit verdient eine besondere Erwähnung die unabhängig und zum Theil vor ihm angestellte Untersuchung von *Schrön*, in der eine Reihe guter und neuer Angaben über den Bau des *Ovarium* nebst vortrefflichen Abbildungen sich finden. *Schrön* gibt richtige Darstellungen der Lage junger Follikel (fälschlich als Eier bezeichnet) dicht unter der Hülle des Organes, der allmählichen Entwickelung der Follikel, der Stellung des Eihügels, der *Corpora lutea* u. s. w. Von Schläuchen sah *Sch.* nichts, doch betrachtet er wie *Pflüger* das Ei als vor dem Follikel vorhanden, dessen Epithel er vom *Stroma ovarii* ableitet. Hierbei stützt er sich jedoch auf eine irrige Deutung, denn die Theile, die er als freie, junge Eier ansieht und abbildet, sind nichts als junge Follikel, deren Epithel durch die Art der Anfertigung der Präparate undeutlich wurde. Bei dieser Behauptung stütze ich mich nicht blos auf die Thatsache, dass kein Eierstock je freie isolirte Eier zeigt, sondern auch auf die Untersuchungen von Präparaten von *Schrön*, die ich von ihm selbst erhielt. — Ich gebe nun noch eine kurze Darstellung der von mir an embryonalen Eierstöcken angestellten Untersuchungen.

Die jüngsten Eierstöcke von Kalbsembryonen von $2^1/_2''$ und von Schweinsembryonen von $1''$ entsprachen nicht den Erwartungen, die man nach den Darstellungen von *His*

(s. l. c. Taf. XI. Fig. II) zu hegen geneigt war, und zeigten so zu sagen keine Marksubstanz (*Hilusstroma*), vielmehr bestanden dieselben ganz und gar aus einem zarten Bindegewebsstroma, in dessen Lücken zusammenhängende Stränge und Nester rundlicher Zellen sich fanden, von denen keine mit Bestimmtheit als Eier angesprochen werden konnten. Bei 3 monatlichen menschlichen Embryonen maass der im Querschnitt herzförmige Eierstock 1,32 mm und zeigte wesentlich dieselbe Gesammtanordnung der Theile, nur dass schon ein kleiner Kern von *Hilusstroma a'* vorhanden war. Die Zellen oder Drüsenstränge maassen hier 30—35 μ in der Breite und zeigten, abgesehen von den oberflächlichsten Theilen, innen schon grössere Zellen, die Eier (Ureier), von 11—14 μ Grösse mit Keimbläschen von 9—11 μ und Keimfleck von 2 μ, umgeben von kleineren Zellen, den Vorläufern der *Membrana granulosa*, von 4,7—5,8 μ. — Im 5. Monate war der Eierstock 1,6 mm dick und 2,4 mm hoch und zeigte immer noch wenig *Hilusstroma*. Von den Drüsensträngen maassen die runden 110—120 μ, die länglichrunden bis zu 150 μ in der Länge und 62 μ in der Breite, die strangförmigen bis zu 50 μ in der Breite, und fanden sich dieselben noch in allen Tiefen der Drüsenzone (der späteren Rindensubstanz), doch waren in den tiefsten Lagen derselben auch schon eine gewisse geringere Zahl von Eisäckchen abgeschnürt, deren Grösse 20 μ nicht überstieg. Die Eier in den Drüsensträngen maassen 15—23 μ und die Epithelzellen der Stränge 11 μ.

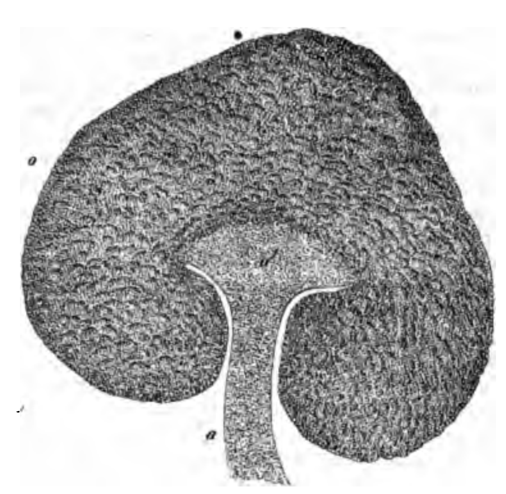


Fig. 396.

Im 6. Monate zeigte sich zum ersten Male eine neue Gestaltung des *Ovarium* (s. auch *His* l. c. Taf. IX. Fig. 1, welche Abbildung ebenfalls einen 6 monatlichen Eierstock, aber auf einer etwas vorgerückteren Stufe darstellt), indem die Drüsenzone nun deutlich in zwei Lagen zerfiel, von denen die innere ganz gesonderte und in Sonderung begriffene Eisäckchen, die äussere Drüsenstränge enthielt. Der im Querschnitt nierenförmige Eierstock maass 3 mm in der Höhe, 3—3,3 mm in der Dicke, die Zone mit Drüsensträngen betrug 0,3—0,4 mm, die mit Eisäckchen 0,4—0,5 mm. Von

Fig. 397.

Fig. 396. Querschnitt des Eierstocks eines 3 monatlichen menschlichen Embryo. Vergr. 43. *a. Mesoarium*, *a' Hilusstroma* (Marksubstanz), *b.* Drüsensubstanz (Rinde).

Fig. 397. Querschnitt des *Ovarium* eines 6 monatlichen menschlichen Embryo. *a.* Aeussere Lage der Drüsensubstanz mit ausgepinselten Drüsensträngen, *b.* innere Lage derselben mit gesonderten und in der Sonderung begriffenen Eisäckchen, *c. Hilusstroma* (Mark), *d. Mesoarium*, nahe am breiten Mutterbande abgeschnitten. Vergr. 16.

den Drüsensträngen maassen die runden 40—117 μ, die länglichen 120—200 μ in der Länge, 40—78 μ in der Breite und die Eier in denselben 7—12—14 μ. Die Eisäckchen endlich betrugen 19—30 μ. Im 7. Monate war das *Ovarium* bedeutend länger und in der Richtung vom *Hilus* nach dem früheren freien Rande, von dem nichts mehr zu sehen war, sehr abgeplattet (Höhe 1 mm, Dicke 3,75 mm). Die Zone mit gebildeten und in Bildung begriffenen Eisäckchen hatte sich sehr ausgebreitet und betrug nun schon den grössten Theil der Drüsensubstanz, und hatte die Lage mit Drüsensträngen an der Oberfläche nur noch die Dicke von 0,1—0,14 mm. Die Drüsenstränge (Fig. 395 *A* 1) waren meist rundlich und maassen von 55—82 μ und die Eier in denselben 14—23 μ, doch fanden sich auch kleinere Bildungen, die für Eier zu halten waren, von 7—10 μ. In den innern Lagen maassen die gesonderten Follikel 28—110 μ, ihr Epithel, wo es am ausgebildetsten war, 4,7 μ in der Dicke, die Eier in den Follikeln 16—25 μ, die Keimbläschen 11—14 μ.

Ausser diesen embryonalen Ovarien habe ich dann noch Eierstöcke von Neugebornen und Kindern aus dem ersten Jahre, unter andern auch dieselben Eierstöcke, an denen *Langhans* seine Beobachtungen angestellt hat, untersucht, und hat sich bei allen diesen übereinstimmend gezeigt, dass in dieser Zeit die Zone der Drüsenstränge bis auf einen kleinen oberflächlichen Rest ganz geschwunden ist. Die Drüsenstränge sind nach meinen bisherigen Erfahrungen, die mit denen von *Spiegelberg* und *Langhans* stimmen, in dieser Zeit anders gebildet als bei Embryonen und enthalten in der Regel keine Eier, bestehen vielmehr ganz und gar aus epithelartigen kleinen Zellen, die keinen Hohlraum umgeben und auch keine andere Umhüllung als das *Stroma* des Organes zu haben scheinen. Wie *Langhans* ganz richtig meldet, sind diese Stränge, deren Breite 9—30—40 μ beträgt, meist cylindrisch und netzförmig verbunden, doch kommen auch knotige, kugelige Stellen an denselben vor, die bis 50 und 60 μ messen; auch sieht man welche ohne Verbindung mit andern, und enthält in solchen Fällen das eine verbreiterte Ende des Stranges ein verschieden entwickeltes Ei (s. den nächsten Paragraphen).

Eisäckchen finden sich in dieser Zeit in allen Theilen der Drüsensubstanz (Rinde) des Eierstocks, auch zwischen den Drüsensträngen. Die kleinsten von 42—45 μ liegen nur 30—45 μ von der Oberfläche des Eierstocks entfernt und bilden eine mächtige Zone, die weit ins Innere reicht, doch werden nach innen die Follikel nach und nach etwas grösser und spärlicher. Alle diese Follikel haben eine einschichtige, ringsherum gehende *Membrana granulosa*, ein Ei, das die Höhle ganz erfüllt, mit einem Keimbläschen von 15—20 μ. Ausserdem finden sich in der Tiefe auf jedem Querschnitt 3—4 grössere Follikel bis zu 100 und 150 μ, an denen noch keine Höhlung sichtbar ist. An diesen misst die Faserhaut 5 μ, das einschichtige Epithel mit kurz cylindrischen Zellen 10 μ. Das Ei hat eine deutliche Begrenzungshaut, die jedoch noch einfach contourirt ist, und erfüllt die Höhle des Follikels ganz. Das Keimbläschen misst 24 μ.

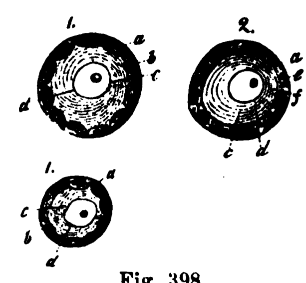


Fig. 398.

Auch einige wenige grössere Follikel finden sich schon um diese Zeit. Bei einem Follikel von 0,24 mm war die Höhlung schon gut entwickelt, doch war am *Cumulus origerus*, so wie es *Schrön* schildert, das 63 μ grosse *Ovulum*, dessen *Zona pellucida* 1,5 μ maass, zur Hälfte nicht von Zellen bedeckt. Ob diess Zufall oder Regel war, weiss ich nicht, bei Thieren habe ich jedoch, wie oben gemeldet, die Höhle des Follikels ebenso wie *Henle* als eine spaltenförmige Lücke im Epithel selbst auftreten sehen. Die *Membrana granulosa* war mehrschichtig und 21 μ dick und die Faserhaut, deren innerste Lage in einer Dicke von 4,5 μ gleichartig erschien, betrug 20 μ. Die grössten Follikel, die ich unter dem 4. Monate des 1. Lebensjahres sah, maassen 1—1,1 mm, enthielten Eier von 0,30—0,32 mm mit einer *Zona* von 4 μ, und waren letztere somit, wenigstens was die Grösse anlangt, ganz entwickelt. Einzelne grössere, von blossem Auge sichtbare Follikel, wie die zuletzt beschriebenen, finden sich übrigens hie und da auch in den Eierstöcken von Embryonen in den letzten Monaten der Schwangerschaft.

Fig. 398. Drei *Graaf*'sche Follikel aus dem Eierstocke eines neugebornen Mädchens, 350mal vergr. 1. ohne, 2. mit Essigsäure. *a*. Structurlose Haut der Follikel, *b*. Epithel (*Membrana granulosa*), *c*. Dotter, *d*. Keimbläschen mit Fleck, *e*. Kerne der Epithelzellen, *f*. Dotterhaut, sehr zart.

§. 197.

Loslösung und Wiederbildung der Eier, gelbe Körper. Vom Eintritte der Geschlechtsreife an bis zur Involutionszeit findet in den Eierstöcken eine beständige Loslösung der Eier durch Bersten der *Graaf*'schen Bläschen statt, welche, unabhängig von der Begattung, bei Frauen und Jungfrauen, vor Allem an die Zeit der *Menses* sich hält, jedoch unter noch nicht genau ermittelten Verhältnissen auch ausserhalb dieser Zeit vorkommen kann und häufig vorkommt. Bei Thieren zeigt sich derselbe Vorgang zur Brunstzeit, wobei jedoch die Paarung ein nothwendigeres Moment zu seiner Vollendung zu sein scheint, und lassen sich hier die anatomischen Vorgänge in grösserer Vollständigkeit verfolgen, während beim Menschen die Gelegenheit zu solchen Beobachtungen schon seltener sich darbietet.

Wenn die *Graaf*'schen Follikel der Zeit des Berstens näher rücken, so vergrössern sich dieselben nach und nach bis zum Umfange von 9—14 mm und darüber, und treten immer mehr an die Oberfläche hervor, bis sie warzen- oder halbkugelförmig über dieselbe hervorragen und nur noch von einem dünnen Häutchen, der sehr verdünnten *Albuginea* sammt ihrer Bauchfellbekleidung, bedeckt sind. Zugleich mehren sich ihre Gefässe ungemein, und wird durch fortwährende Ausschwitzungen aus denselben der *Liquor folliculi* immer reichlicher, während die Faserhaut des Eisäckchens am Boden und an den Seitenwänden, nach innen sich verdickt und auch die *Membrana granulosa* etwas anschwillt und grössere Zellen (bis zu 22 μ) erhält. Haben diese Vorgänge eine gewisse Höhe erreicht, so vermögen die dünnen, entgegenstehenden Hüllen dem fortgesetzten und immer zunehmenden Drucke vom Innern des Follikels her nicht mehr zu widerstehen, dieselben reissen am erhabensten, am meisten verdünnten Puncte, ein, und das Ei tritt, umgeben von den Zellen des Keimhügels, in die Beckenhöhle, um dann unter Mitwirkung der Wimperung der *Fimbria ovarica* in den wahrscheinlich durch Muskelwirkung dem *Ovarium* genäherten Eileiter überzutreten. Hiermit hat aber der *Graaf*'sche Follikel seinen Lebenslauf noch nicht geschlossen, vielmehr treten noch eine Reihe zum Theil neuer Bildungen in demselben auf, vermöge welcher er zuerst zu einem sogenannten gelben Körper wird und schliesslich ganz verschwindet.

Diese gelben Körper, *Corpora lutea*, zeigen sich am vollkommensten ausgeprägt, wenn auf die Loslösung des Eies eine Empfängniss und Schwangerschaft erfolgt, und stellen in ihrer Blüthe rundliche oder länglichrunde feste Körper dar, von meist etwas bedeutenderer Grösse als die frühern Follikel, die in der Regel schon von aussen als Hervorragungen sichtbar sind und auf dem höchsten Theile eine strahlige, von dem Risse im *Graaf*'schen Follikel und in den Hüllen des Eierstocks herrührende Narbe zeigen. Zu äusserst haben dieselben als Begrenzung gegen das *Stroma* des Eierstocks eine dünne, weissliche Faserhaut (Fig. 399 2 *f*), dann folgt ein gelbliches, vielfach gefaltetes und daher viel dicker erscheinendes gefässreiches Blatt (Fig. 399 *c*), und im Innern befindet sich eine grössere oder kleinere, entweder mit geronnenem Blute (einem Blutpfropfen) oder einer von Blut gefärbten, etwas gallertigen Flüssigkeit erfüllte Höhlung (Fig. 399 *d*, *e*). Die Entstehung dieser Körper anlangend, so ist leicht ersichtlich, dass der Kern derselben aus dem beim Bersten des Follikels ergossenen Blute, manchmal gemengt mit einem Reste des *Liquor folliculi*, besteht, und dass die äussere Faserhaut die äussere Lage der ursprünglichen Faserhaut des Follikels ist; was die gelbe, gefaltete Rindenlage betrifft, so kommt dieselbe auf Rechnung der innern Lage der Faserhaut des ursprünglichen Follikels, welche schon vor dem Austreten der Eier sich auflockert und nach demselben rasch bis zur Dicke von 0,5—1 mm und darüber sich verdickt. Diese Wucherung, an welcher das Epithel des Follikels oder die *Membrana granulosa* keinen nachweisbaren Antheil hat, erklärt sich durch die Bildung einer ungemeinen Zahl von kleineren und grösseren

Zellen in der genannten Haut, die unstreitig von einer Vermehrung der von Anfang an in ihr vorkommenden zelligen Elemente abhängt. Von diesen Zellen wandelt sich dann ein Theil in junges Bindegewebe und Gefässe um, ein anderer Theil verharrt im Zustande von Zellen und zeichnen sich diese dann durch ihre bis auf 22 — 45 μ ansteigende Grösse, schöne bläschenförmige Kerne mit *Nucleoli* und eine grössere oder geringere Zahl von gelb gefärbten Fetttropfen im Innern aus. Der so beschaffene gelbe Körper verharrt nun einige Zeit bis zum zweiten oder dritten Schwangerschaftsmonate in seiner ursprünglichen Grösse, indem die gelbe Rindenlage sich noch fortwährend verdickt, während sein Kern (mag derselbe nun ein Blutstropfen sein oder eine röthliche Gallerte mit einer kleinen Höhlung im Innern), allmählich abnimmt und sich entfärbt, und zugleich wird sein Gewebe entwickelter und dichter, dadurch, dass einerseits die innere Masse in Fasergewebe sich umwandelt, andererseits die gelbe Rinde inniger mit derselben verschmilzt und immer reichlicheres, junges Bindegewebe in sich entwickelt. Im vierten und fünften Monate beginnt das Schwinden des gelben Körpers, schreitet bis zum Ende der Schwangerschaft langsamer fort, so dass derselbe bei im Wochenbette Gestorbenen immer noch im Mittel 9 mm misst, nachher rascher, bis endlich nach einigen Monaten der umgewandelte *Graaf*'sche Follikel ganz geschwunden oder zu einem winzigen, verschiedentlich gefärbten Körperchen geworden ist, das freilich noch lange bestehen kann, um vielleicht erst nach Jahren ganz sich zu verlieren. Solche verkümmerte gelbe Körper (*Corpora albicantia* und *nigra*) haben anfangs noch eine besondere Begrenzung, einen zackigen, selten noch mit einem kleinen Hohlraume versehenen Kern von grauweisser oder rother, brauner, selbst schwarzer, von verändertem Hämatin herrührender Farbe, und eine in verschiedenen Abstufungen gelb oder gelbweiss, selbst ganz weiss gefärbte, oft noch deutlich gefaltete Rinde, werden jedoch später zu unförmlichen, mit dem *Stroma* des *Ovarium* zusammenfliessenden Flecken. Ihre Elemente sind Spindelzellen, wie sie auch das Eierstocksstroma bilden, dann verschiedene Pigmentkörnchen und gefärbte Krystalle (Hämatoidin), *Virchow*'s Myelin, so wie weisses und gelbes Fett, welches letztere in der Rindensubstanz anfänglich noch in grösseren runden, länglichen oder spindelförmigen Zellen sich findet, schliesslich durch ein Zerfallen derselben ebenfalls frei wird und zuletzt einer mehr oder minder vollkommenen Aufsaugung anheimfällt.

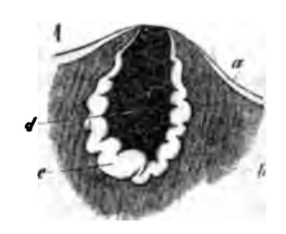




Fig. 399.

Bei den gelben Körpern, deren Bildung nicht in die Zeit einer Schwangerschaft fällt, sind die Vorgänge zwar im Allgemeinen die gleichen, wie bei den andern, doch folgen sich dieselben mit viel grösserer Raschheit, so dass diese Körper in der Regel in Zeit von einem oder zwei Monaten ganz oder bis auf geringe Spuren verschwinden, wesshalb sie auch niemals das eigenthümliche Gefüge der andern, die man auch die **wahren gelben Körper** genannt hat, besitzen.

Für die vielen während der ganzen Blüthezeit des Lebens aus den Eiersäckchen verschwindenden Follikel wird ein Ersatz gegeben dadurch, dass die jungen Eikapseln, die, wie wir oben sahen, auch bei Erwachsenen im äussersten Theile der Rindenschicht des Organes eine besondere Zone bilden, beständig in grössere Follikel sich

Fig. 399. Zwei gelbe Körper in natürlicher Grösse im Durchschnitte. 1. Ganz frisch, acht Tage nach der Empfängniss. 2. Aus dem fünften Monate nach der Schwangerschaft. *a. Albuginea*, *b. Stroma ovarii*, *c.* verdickte und faltige Faserhaut des Follikels (innere Lage), *d.* Blutpfropf innerhalb derselben, *e.* entfärbter Blutpfropf, *f.* Faserhülle, die den gelben Körper begrenzt.

umbilden. Ausserdem scheint aber auch in dieser Zeit eine Bildung neuer Eikapseln und Eier statt zu finden, mit Bezug auf welche freilich das Nähere noch zu ermitteln ist.

Die gelben Körper sind in neuester Zeit von *Schrön* und von *His* nach verschiedenen Seiten untersucht worden, auf deren Arbeiten ich für weitere Einzelnheiten verweise. Die Bildung dieser Körper anlangend, so erlaube ich mir, da *Schrön* und *Pflüger* neuerdings die *Membrana granulosa* als wesentlich bei derselben betheiligt ansehen, auf das zu verweisen, was ich im Jahre 1854 in meiner Mikr. Anat. II. 2, S. 439, im Anschlusse an *v. Baer* mitgetheilt und zu bemerken, dass auch *His* dieser Auffassung sich angeschlossen hat. — Einen Bluterguss im Innern des *Corpus luteum* habe ich beim Menschen in einzelnen Fällen gesehen, in andern vermisst, doch erlaubt mir die geringere Zahl meiner Erfahrungen nicht zu bestimmen, welches Verhalten das häufigere ist; dagegen schliesse ich mich für die Thiere ganz an *Coste* und *Pflüger* an, welche das regelrechte Vorkommen eines stärkeren Blutergusses läugnen.

Ein noch wenig untersuchter Gegenstand ist die Bildung *Graaf*'scher Follikel in der nachembryonalen Zeit. Nachdem *Barry* und *Bischoff*, später auch *Steinlin* und *ich* bei Thieren und *ich* (4. Aufl. d. Werkes) für den Menschen nachgewiesen hatten, dass auch in den Ovarien ausgebildeter Geschöpfe grosse Mengen mikroskopischer Follikel gerade wie bei Embryonen sich finden, lag es nahe, aus dem Vorkommen derselben auf eine Neubildung von Follikeln und Eiern in der nachembryonalen Periode zu schliessen, und muss dieser Schluss auch jetzt noch als gerechtfertigt angesehen werden, da die Zahl der beobachteten Follikel auf jeden Fall viel grösser war als diejenige der bei Neugeborenen vorkommenden. Da wir nun ferner wissen, dass die Follikel nicht gleich als solche, sondern als Abschnürungen von besonderen Primitivorganen, den Drüsenschläuchen von *Pflüger* oder den von mir sogenannten Drüsensträngen, sich bilden, so erhebt sich die weitere Frage, ob die embryonalen Drüsenstränge auch noch bei ausgebildeten Geschöpfen sich finden, oder ob vielleicht in späterer Zeit Follikel und Eier in einer anderen Weise sich bilden als früher.

Die wichtigsten Angaben, die mit Bezug auf diese Verhältnisse vorliegen, sind die von *Pflüger*. Derselbe gibt an, bei verschiedenen erwachsenen Geschöpfen (Katze, Hund, Kuh, Kaninchen) in gewissen Fällen im *Ovarium* dieselben Entwickelungsstadien von Eisäckchen gefunden zu haben, die oben von jungen Thieren und Embryonen beschrieben wurden, wogegen solche Entwickelungsstufen bei halbwüchsigen Thieren fehlten, und leitet *Pfl.* hieraus den Schluss ab, dass bei erwachsenen Thieren zu gewissen noch näher zu bestimmenden Zeiten neue Follikel und Eier sich bilden. Schon vor *Pflüger* hat ferner *Klebs*, dem später *Quincke* sich angeschlossen, aus dem Vorkommen von Keimbläschen mit zwei und drei Keimflecken, von Eiern mit zwei Keimbläschen, endlich von Follikeln mit zwei und drei Eiern, an denen *Quincke* auch Wucherungen der *Membrana granulosa* um die einzelnen Eier herum wahrnahm, auf eine Bildung von Eiern in der nachembryonalen Zeit durch Theilung schon vorhandener Eier geschlossen. Ich selbst endlich habe in der vorigen Auflage dieses Werkes (S. 564), gestützt auf ähnliche Erfahrungen wie die von *Quincke*, die Möglichkeit hervorgehoben, dass grössere Eikapseln ohne Mitbetheiligung ihrer Eier durch Wucherungen ihres Epithels neue Eikapseln und Eier erzeugen.

Es sind somit drei Weisen gedenkbar, auf welche in der späteren Zeit Eikapseln und Eier sich bilden könnten, und frägt sich nun, wie weit die Thatsachen bestimmte Schlüsse gestatten. Ich selbst besitze für den Menschen nur die Facta, die mir die sorgfältige Untersuchung von Eierstöckchen von Mädchen aus dem ersten Jahre ergab, immerhin glaube ich aus denselben gewisse Schlüsse ableiten zu dürfen. Eine erste Thatsache ist die, dass bei etwas älteren Kindern aus dem ersten Jahre alle noch in ziemlicher Zahl vorhandenen, netzförmig verbundenen Drüsenstränge keine Eier enthalten, sondern einzig und allein aus epitheliumartigen Zellen bestehen. Somit sind in dieser Zeit schon alle in der embryonalen Zeit in so grosser Menge vorhandenen Eier aufgebraucht und in den abgeschnürten Eisäckchen enthalten, vielleicht auch z. Th. wieder zu Grunde gegangen. Zweitens trifft man bei Kindern der angegebenen Zeit eine Menge eigenthümlicher Eisäckchen, deren Deutung nicht ganz leicht ist. Einmal finden sich an meist etwas grösseren Eisäckchen, deren Durchmesser bis zu 0,15, selbst 0,19 mm ansteigen kann, Anhänge der *Membrana granu-*

losa (Fig. 400), die wie kürzere oder längere Cylinder erscheinen (*A B*), welche am Ende einfach abgerundet sind oder zu einer kugeligen, follikelähnlichen Masse anschwellen (*C*), in der jedoch bisher nie mit Bestimmtheit ein Ei gesehen wurde. Andere Follikel entbehren zwar solcher längeren Anhänge, sind jedoch statt rund **spindelförmig** mit Verdickung des Epithels an beiden Polen, oder zeigen wenigstens an einem Ende eine breite Wucherung der *Membrana granulosa* und tragen das Ei am einen Pole. Deuten diese Formen auf Wucherungen von schon gebildeten Follikeln aus, so lassen sich andere möglicherweise auf Theilungsvorgänge beziehen. Zwei Keimbläschen in Einem *Ovulum* sah ich nur Einmal bei einem Ei mit dicker Zone, das in einem grossen Follikel mit Höhlung sich fand (Fig. 400 *D*). Dagegen sah ich einmal zwei dicht beisammenliegende Eier in einem kleineren Follikel, und ein andermal im *Cumulus oviger*us eines grossen Follikels unter einem Ei von 0,12 mm ein zweites, kleineres Ei mit einfach begrenzter *Zona*. Ausserdem fanden sich

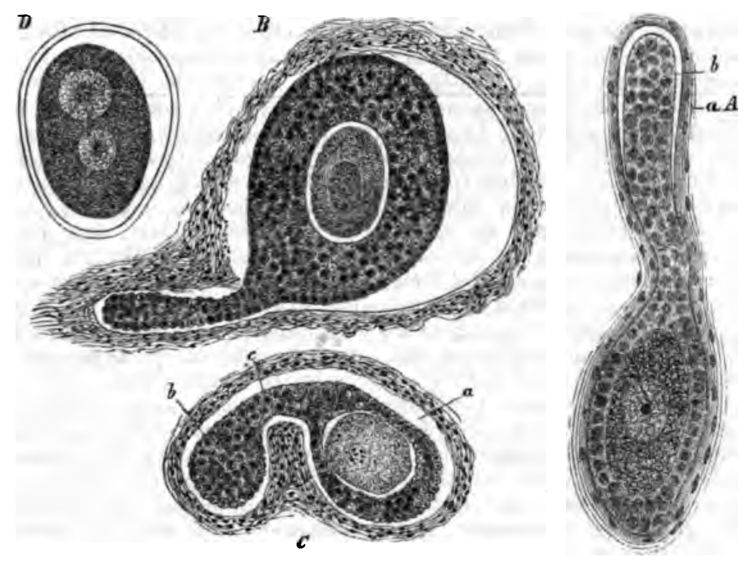


Fig. 400.

sehr häufig in Follikeln von 80—150 μ neben einem gut ausgebildeten Ei ein bis drei rundliche Hohlräume mitten in verdickten Stellen der *M. granulosa*, die oft einen runden, eiähnlichen Körper enthielten. Diese Follikel sehen, was die *Membrana granulosa* und die Höhlungen in derselben betrifft, ganz so aus, wie die von **Quincke** von Thieren abgebildeten, doch konnte ich bei Mädchen in den neben einem gut ausgebildeten Ei vorhandenen Körpern an Spirituspräparaten nie ein Keimbläschen erkennen, und kann ich daher nicht behaupten, dass dieselben wirklich Eier waren, um so weniger, da die Eier sonst ihr Keimbläschen meist bestimmt zeigten und die fraglichen Körper auch durch ihr gleichartiges Aussehen und eigenthümlichen Glanz von Eiern abwichen. Es sind übrigens diese Körper

Fig. 400. Aus dem *Ovarium* eines Mädchens von 7 Monaten. *A*. Ein Follikel mit Ei und einem cylindrischen, nicht hohlen Anhange der *Membrana granulosa*. 350mal vergr. *a*. angrenzende Theile des *Stroma ovarii*, *b*. der zellige Anhang, an dem keine besondere Hülle zu erkennen war. *B*. Ein ähnlicher, aber grösserer Follikel, 250 mal vergr. Grösse des Follikels 0,195 mm, des Eies 0,117 mm. Dicke der *M. granulosa* 35—46 μ, der *Zona* 4 μ. *C*. Ein Eisäckchen, *a*. das durch einen Stiel der *Granulosa c*. mit einer kugeligen Zellenmasse *b*. verbunden war, in der kein Ei sich nachweisen liess. Vergr. 175. Grösse des Eies 74 μ, des epithelialen Nebenkörpers 64 μ. *D*. Ei mit zwei Keimbläschen und einem Follikel von 0,3 mm. Grösse des Eies 0,1 mm, der Keimbläschen 19 und 28 μ.

auch bei *Langhans* erwähnt und in seiner Fig. 8 aus einem Drüsenstrange abgebildet, in denen ich sie auch gesehen.

Aus diesen, wenn auch lückenhaften, Beobachtungen leite ich erstens den Schluss ab, dass, wenn beim Menschen in späterer nachembryonaler Zeit wirklich Follikel und Eier sich bilden — was der von mir gemachten Beobachtung bei einer im 7. Monate der Schwangerschaft Verstorbenen zufolge (4. Aufl. S. 563), bei welcher die Ovarien dieselbe Menge kleinster Eisäckchen enthielten, die *Barry* und *Bischoff* bei Thieren wahrgenommen, nicht wohl bezweifelt werden kann — diese Bildung nicht mit der ersten Oogenese in unmittelbarem Zusammenhange steht, indem bei einjährigen Kindern die noch vorhandenen Drüsenstränge keine unreifen Eier mehr enthalten. Es bilden sich somit, wie es scheint, wirklich später neue Eier und zwar, wie ich glaube, vor allem durch Sprossung von schon vorhandenen Follikeln aus und vielleicht auch durch Theilung. Die oben geschilderten eigenthümlichen Follikel mit knospenähnlichen Anhängen der *Membrana granulosa* lassen freilich eine doppelte Deutung zu, denn es könnten die Anhänge statt neugebildete Knospen auch Reste früherer Drüsenstränge sein; wenn ich jedoch alles zusammenfasse, so scheint mir die erstere Auffassung doch die wahrscheinlichere zu sein. Die wichtigste Thatsache ist die, dass in den Eierstöcken von Kindern solche Anhänge nie an den zu vielen tausenden vorhandenen kleinsten Follikeln sich finden, sondern immer nur an den vorgerückteren, tiefer gelegenen Eiern. Ferner ist zu erwähnen, dass schmale Drüsenstränge, die endständig in ein einziges Eisäckchen auslaufen, bei der embryonalen Entwickelung der Eisäckchen gar nicht vorkommen, endlich dass in dieser Zeit auch die Follikel mit ein- oder beidseitigen kurzen, dicken Wucherungen der *Membrana granulosa* ganz und gar fehlen. Wenn ich es somit als wahrscheinlich bezeichnen muss, dass die fraglichen Anhänge durch Wucherungen der *M. granulosa* schon gebildeter Follikel aus entstehen, in weiterer Entwickelung gerade wie bei Embryonen mit ihren Elementen in Eier und Epithelzellen sich differenziren und dann sich abschnüren, so will ich doch damit nicht behaupten, dass nicht auch noch andere Bildungsweisen der Eisäckchen und Eier in der nachembryonalen Zeit vorkommen und gedenkbar sind. Eine Neubildung von Drüsensträngen vom Epithel der Ovarien aus, an welche *Pflüger* gedacht hat, könnte ich allerdings von meinem Standpuncte aus (s. den vorigen Paragraphen) nicht zugeben, dagegen halte ich es für möglich, dass unter Umständen die Drüsenstränge in der Form, welche *Langhans* und *ich* bei einjährigen Mädchen fand, sich erhalten und später wuchernd wiederum zu eihaltigen Gebilden sich umgestalten, wie sie bei Embryonen sich finden. *Pflüger*'s oben erwähnte Erfahrungen scheinen nun in der That für das Vorkommen solcher Drüsenstränge bei erwachsenen Thieren zu sprechen. Erwägt man jedoch seine Angaben genauer, so ergibt sich, dass alle von ihm gesehenen Bildungen auch ganz gut als Entwickelungsstadien von Knospen vorgerückterer Follikel sich deuten lassen und dass auf jeden Fall das Vorkommen selbständiger Drüsenstränge bei Erwachsenen noch nicht als ganz bestimmt nachgewiesen bezeichnet werden kann. — Die Bildung von Follikeln und Eiern durch Theilung anlangend, so bemerke ich, dass ich zwar nicht abgeneigt bin, eine solche anzunehmen, dass mir aber doch die bekannten Thatsachen noch nicht gerade zwingend zu einer solchen Annahme zu drängen scheinen.

§. 198.

Eileiter und Gebärmutter. Von den drei Häuten des Eileiters zeigt die äusserste, dem Bauchfelle angehörende, nichts Bemerkenswerthes. Die mittlere oder glatte Muskelhaut ist namentlich an der innern Hälfte der Eileiter ziemlich dick und besteht aus äussern, längsverlaufenden und innern queren Fasern, deren Elemente selbst zur Zeit der Schwangerschaft sich ziemlich schwer darstellen lassen und mit viel undeutlich faserigem Bindegewebe mit zahlreichen, spindelförmigen Bindegewebskörperchen von derselben Form wie im *Stroma* des Eierstocks untermengt sind. Die innerste Haut ist die Schleimhaut, eine dünne, weissröthliche, weiche Lage, die durch eine geringe Menge submucösen Gewebes mit der Muskelhaut sich verbindet, keine Drüsen (*Bowman* und *Hennig* beschreiben Drüsen der *Tuba*, die ich noch nicht gesehen) und Zotten, wohl aber Längsfalten zeigt, die im weiteren Theile des Eileiters (der Ampulle von *Henle*) mehr entwickelt sind und hier auch manchmal mit

einfachen und zusammengesetzten Nebenfalten besetzt sind (*Henle*), und aus mehr unentwickeltem Bindegewebe mit vielen spindelförmigen Bindegewebskörperchen bestehen. An ihrer innern Oberfläche vom *Uterus* bis zum freien Rande der Fimbrien, und selbst darüber hinaus (*Becker*), sitzt eine einfache Lage von kegelförmigen oder fadenförmig auslaufenden flimmernden Zellen von 13 — 22 μ Länge, deren deutliche Wimpern einen vom *Ostium abdominale* zum *Ostium uterinum* hinlaufenden Strom erzeugen und somit wohl bei der Fortbewegung der *Ovula*, nicht aber der des *Sperma*, sich betheiligen, in welcher Beziehung die längstbekannte, bis zum Eierstock sich erstreckende Franse (*Fimbria ovarica Henle*) eine besondere Beachtung verdient.

Die Gebärmutter hat dieselbe Zusammensetzung, wie der Eileiter, nur sind die Muskel- und Schleimhaut viel mächtiger und zum Theil anders beschaffen. An der blassröthlichen Muskelhaut lassen sich am passendsten drei Lagen unterscheiden, welche jedoch nicht wie anderwärts (am Darme z. B.) scharf von einander geschieden sind. Die äussere Schicht besteht aus Längs- und Querfasern, von denen die erstern als eine mit der *Serosa* innig verbundene, zusammenhängende dünne Lage über den Grund und die vordere und hintere Fläche bis zum *Cervix* sich erstrecken, während die mächtigern Querfasern rings um das Organ herum ziehen und auch zum Theil über den *Uterus* hinaus in die *Ligg. rotunda, ovarii* und *lata*, und auf die Eileiter sich fortsetzen. Die mittlere Lage ist die mächtigste, zeigt quere, längsverlaufende und schiefe platte Bündel, die verschiedentlich sich durchflechten, und enthält stärkere Gefässe, besonders Venen, daher sie am schwangern *Uterus* namentlich ein schwammiges Ansehen besitzt. Die innerste Schicht endlich ist wieder dünner und wird von einem Netze von dünnern Längsfasern und stärkern queren und schiefen Fasern gebildet, die an den Eileiterumhüllungen oft sehr deutliche Ringe darstellen. Im *Fundus*, wo die Gebärmutter die grösste Dicke hat, ist die mittlere Lage am stärksten und oft wie aus mehreren Schichten zusammengesetzt, während am dünneren *Cervix* vorzüglich quere Fasern mit einzelnen längsziehenden untermengt zu finden sind. Gegen den äussern Muttermund und an diesem selbst liegen sehr entwickelte Querfasern unmittelbar unter der Schleimhaut, und können auch als Schliesser desselben, *Sphincter uteri*, bezeichnet werden, ausserdem finden sich hier auch noch in den Falten der *Plicae palmatae* ganz oberflächlich Muskelfasern (*Hélie* und *Chenantais* bei *Guyon* l. c. p. 204). — Bezüglich auf die Elemente, so bestehen alle diese Lagen aus kurzen (von 44 — 68 μ) spindelförmigen Muskelzellen mit längsovalen Kernen, die wegen der grossen Menge des sie durchziehenden derben, an Faserzellen reichen Bindegewebes, von derselben Form wie im *Stroma ovarii*, nur sehr schwer sich isoliren lassen, und selbst durch Salpetersäure von 20 Proc. nicht so deutlich zum Vorschein kommen, wie anderwärts.

Die Schleimhaut des *Uterus* ist eine weisse oder weissröthliche Haut, die mit der Muskelhaut fest zusammenhängt und nicht von ihr sich ablösen lässt, jedoch auf Durchschnitten durch ihre meist hellere Farbe, obschon selten scharf, von ihr sich abgrenzt. Abgesehen von ihrer Grundlage, welche aus dem in den weiblichen Genitalien nirgends fehlenden, mehr unentwickelten Bindegewebe mit zahlreichen Faserzellen und mehr weniger rundlichen Elementen ohne elastische Fasern besteht, und dem Epithelium, das durchweg ein einfaches Flimmerepithelium mit blassen Zellen bis zu 33 μ und zarten, von aussen nach innen schlagenden Wimpern darstellt, ist die *Mucosa* im Körper und Grunde, und im Cervicalcanale verschieden gebaut. Am erstern Orte ist dieselbe zarter, röthlicher und dünner (von 1 — 2 mm), an der innern Oberfläche glatt und ohne Papillen, aber hie und da mit einigen grössern Falten besetzt. In derselben finden sich sehr viele kleine Drüsen, die schlauchförmigen Drüsen des *Uterus*, auch Uterindrüsen, *Glandulae utriculares s. uterinae*, welche die grösste Aehnlichkeit mit den *Lieberkühn*'schen Drüsen des Darmes haben und einfache oder gabelig getheilte, am Ende nicht selten spiralig gedrehte, dicht stehende Schläuche darstellen, von derselben Länge als die Schleimhaut

dick ist, und 44 — 68 μ Breite. Dieselben bestehen aus einer sehr zarten, gleichartigen Haut und einem regelmässigen Cylinderepithelium, und münden für sich allein oder zu zweien und dreien beisammen mit Oeffnungen von 70 μ aus. Von geformten Theilchen enthalten diese Drüsen nichts, wohl aber löst sich ihr Epithel sehr leicht ab und kann als ein grauweisslicher, sie erfüllender Saft erscheinen. In Krankheiten werden die Drüsen sehr leicht zerstört, doch sah sie *H. Müller* noch bei 70 bis 80 jährigen.

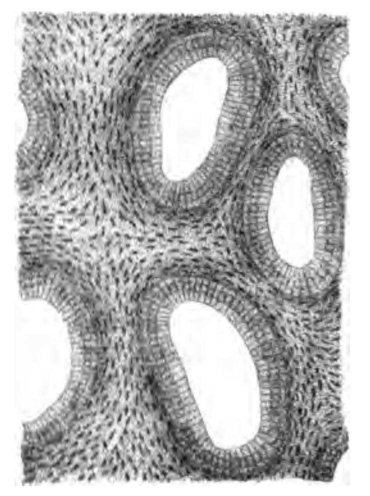


Fig. 401.

Im *Cervix* ist die Schleimhaut weisser, fester und dicker (von 2 — 3 mm), namentlich an der vordern und hintern Wand, wo die bekannten *Plicae palmatae* liegen, zwischen denen grössere und kleinere, bis 2 mm und darüber tiefe, buchtige, von walzenförmigem Epithel ausgekleidete, schief nach unten gerichtete Gruben sich befinden, die zwar von gewöhnlichen Schleimdrüsen sehr wesentlich abweichen, aber doch, als Absonderungsorgane des zähen, glasartigen Schleimes des *Cervix uteri*, mit dem Namen der **Schleimbälge** des *Uterus* bezeichnet werden können. Nach *E. Wagner* ist die Länge dieser drüsigen Gebilde 0,5 — 1 mm, die Breite 40 — 80 μ; nach *Henle* beträgt die Weite der Mündungen 0,3 — 0,4 mm. In dieser Gegend finden sich auch sehr häufig mit derselben Absonderung gefüllte geschlossene, aus einer Bindegewebslage und niedrigen Cylinderzellen gebildete Bläschen von 0,7 — 2 — 5 mm und darüber, die sogenannten *Ovula Nabothi*, welche man geneigt sein könnte, für geschlossene Drüsenbläschen, wie die *Graaf*'schen Follikel zu halten, welche zeitweise bersten, die jedoch nichts als erweiterte und geschlossene Schleimbälge, zum Theil auch pathologische Neubildungen sind, und hie und da auch in der Schleimhaut des *Corpus uteri* sich finden. — Das untere Dritttheil oder die untere Hälfte des Cervicalcanales enthält warzen- oder fadenförmige, von Flimmercylindern bekleidete Papillen, mit einer oder mehrfachen Gefässschlingen und äusserst vielen kleinen Kernen (Zellen?), auch wohl blassen Fetttropfen im Innern. Das Epithel im Cervicalcanale und im *Uterus* scheint zu wechseln, wenigstens schreibt *Henle* der untern Hälfte des Halses Pflasterepithel zu, und *Becker* findet Flimmerepithel nur im Grunde des *Uterus*. — Die *Portio vag. uteri* besitzt aussen ganz dieselbe Schleimhaut, wie die Scheide (s. unten). Von den Papillen derselben sind nach *Ullmann* einzelne zusammengesetzt.

Die **Gefässvertheilung** im nicht schwangern *Uterus* zeigt mit Bezug auf das feinere Verhalten nicht viel Besonderes. Die gröbern Arterienäste verlaufen in der Muskelsubstanz und verbreiten sich von hier nach beiden Seiten in die Muskelhaut und Schleimhaut. Diese hat, wie überall, gröbere Gefässe in der Tiefe, feinere in den oberflächlichen Theilen, welche letzteren, nachdem sie die Drüsen mit feinern Capillaren umgeben haben, ein äusserst reiches und zierliches Netz weiterer Gefässe (von 13 — 22 μ) an der Oberfläche bilden, aus dem die weiten, klappenlosen, dünnwandigen Venen entspringen, die, wie die Arterien, nach aussen ziehen. Die wahrscheinlich in der *Mucosa* beginnenden **Lymphgefässe** sind ungemein zahlreich, bilden gröbere und feinere Netze unter dem Peritonaealüberzuge und leiten durch beträchtliche, mit den Blutgefässen verlaufende, zahlreiche Stämme theils zu den Beckendrüsen, theils mit den *Vasa spermatica* zu den Lendengeflechten. Die mit

Fig. 401. Querschnitt durch einige Uterindrüsen des Weibes. Vergr. 200.

vielen feinen und einzelnen dicken Nervenröhren versehenen Nerven des *Uterus* von den *Plexus hypogastrici* und *pudendi* treten, geflechtartig verbunden, in den breiten Mutterbändern an den *Uterus* heran und verästeln sich, vorzüglich dem Laufe der Gefässe folgend, in der Muskelsubstanz vom *Fundus* bis zum Halse, an welch letzterem Orte sie am reichlichsten sind. Dieselben sind weiss und besitzen im *Uterus* drin keine Ganglien, ihr Verhalten in der Schleimhaut und ihre sonstige Endigung ist unbekannt.

Von den Uterusbändern sind die *Ligg. lata, anteriora* und *posteriora* Verdoppelungen des Bauchfells, welche neben den zu- und abtretenden Gefässen und Nerven auch vom *Uterus* auf sie übertretende glatte Muskelfasern in ziemlicher Zahl enthalten. Dasselbe Gewebe findet sich, ebenfalls von der Gebärmutter abstammend, spärlich in den *Ligg. ovarii* und in sehr bedeutender Menge in den *Ligg. rotunda*, als längsziehende, von Bindegewebe umgebene Bündel, an die am innern Leistenringe auch ziemlich viele, oft bis gegen den *Uterus* heranreichende quergestreifte Muskelfasern sich anschliessen. Nach *Rouget* finden sich glatte Muskelfasern auch längs der *Vasa spermatica interna*, die im obern Theile der *Ligg. lata* sich verlieren, und zwischen dem Abdominalende der *Tuba* und dem Eierstocke, was ich bestätigen kann.

Der Eileiter hat manchmal zwei, ja selbst drei *Ostia abdominalia*. *G. Richard* (*Anat. des trompes de l'uterus. Thèse.* Paris 1851), der diese Abweichung zuerst erwähnt, hat dieselbe unter 30 Fällen fünfmal gesehen und auch blinde Nebenmündungen mit Fransen gesehen. Aehnliche Fälle beschreibt auch *W. Merkel* (Beitr. z. path. Entw. d. Genit. Erl. 1856. Diss.).

Rouget bezeichnet das Gewebe des *Uterus* und der Eierstöcke als erectil. Wäre damit nur gesagt, dass diese Theile viele Arterien und reiche Venenplexus enthalten und wie andere gefässreiche Theile einer Schwellung fähig sind, so könnte man sich den Ausdruck gefallen lassen. Da jedoch *Rouget* auch eine Vergleichung mit den *Corpora cavernosa* der äusseren Geschlechtstheile anstellt, so muss bestimmt hervorgehoben werden, dass etwas diesen Gleiches in den inneren weiblichen Geschlechtstheilen nirgends sich findet. — In der Schleimhaut des *Cervix uteri* sind die Arterien nach *Henle*'s Angabe ungemein dickwandig und zahlreich und ziehen senkrecht gegen die Oberfläche (*Splanchn.* Fig. 363), wo sie durch Capillaren in ähnliche verlaufende, verhältnissmässig weite Venen übergehen.

§. 199.

Veränderungen des *Uterus* zur Zeit der Menstruation und Schwangerschaft. Während der Periode vergrössert sich der ganze *Uterus* und lockert sich auf, was wohl vorzüglich auf Rechnung der sich ausdehnenden Gefässe und der bedeutenderen Durchtränkung des ganzen Organs mit Blutplasma zu setzen ist, wenigstens habe ich in der Muskelhaut ausser einer leichteren Darstellbarkeit ihrer Elemente keine weiteren Veränderungen gefunden. Dagegen nimmt die Schleimhaut wirklich zu, verdickt sich bis zu 2,4 — 6 mm, ja in ihren vortretenden Falten bis zu 11 — 13 mm, wird weicher und zeigt prächtige, leicht darstellbare Schlauchdrüsen von 2 — 6 mm Länge und 70 — 90 μ Breite und viele junge, runde und spindelförmige Zellen in ihrem Gewebe. Die Blutgefässe der Schleimhaut, aus denen vorzüglich das Menstrualblut stammt, sind im ganzen Umfange des *Uterus*, besonders im Körper und Grunde, ungemein zahlreich und ausgedehnt, was namentlich von dem oberflächlichen Capillarnetze gilt, wesshalb auch die *Mucosa* lebhaft roth gefärbt erscheint. Mit dem Austritte des Blutes aus den oberflächlichen zerreissenden Capillaren wird auch das Epithel der Schleimhaut grossentheils abgestossen, mit Ausnahme desjenigen des *Cervix*, und findet sich dasselbe immer in grosser Menge in dem mit Blut gemengten Schleime, der das *Cavum uteri* erfüllt, dagegen ist es nicht als regel-

recht zu betrachten, wenn nach der Periode oder zur Zeit derselben die ganze Uterusschleimhaut oder Stücke derselben sich ablösen. — Nach der Periode treten die Theile rasch in ihre alten Verhältnisse wieder ein und bildet sich das Epithelium neu.

Ganz andere Veränderungen setzt die S c h w a n g e r s c h a f t am *Uterus*, unter denen jedoch vom S t a n d p u n c t e d e r G e w e b e l e h r e aus nur die Zunahme des Organes von Interesse ist, die bekanntlich auf einer ungemeinen Vergrösserung des Umfanges und der Höhle des Organes zuerst mit Verdickung, dann, vom fünften Monate an in der Regel, mit Abnahme der Wände und einer im Mittel 24fachen Massenvermehrung (*J. F. Meckel*, Anat. IV. 691) beruht. Die Art und Weise des Zustandekommens derselben war, was die histiologischen Verhältnisse anlangt, vor meinen Untersuchungen (Zeitschr. f. wiss. Zool. I.) so zu sagen ganz unbekannt, lässt sich aber jetzt in den Hauptpuncten ganz genügend darlegen. Die Hauptveränderungen finden sich in der M u s k e l h a u t, auf deren Rechnung vorzüglich die Zunahme der Masse des *Uterus* zu setzen ist, und zwar sind es hier zwei Vorgänge, welche gemeinschaftlich an derselben sich betheiligen, einmal e i n e V e r g r ö s s e r u n g d e r s c h o n v o r h a n d e n e n musculösen Elemente und zweitens eine N e u b i l d u n g von solchen. Erstere ist so bedeutend, dass die contractilen Faserzellen statt 44 — 68 μ Länge, 4,5 μ Breite wie sonst, im fünften Monate 130 — 260 μ Länge, 5 — 13 μ, selbst 22 μ Breite, in der zweiten Hälfte des sechsten Monats 220 — 560 μ Länge, 9 — 13 μ Breite, 4 — 6 μ Dicke besitzen, somit um das 7 — 11fache in der Länge und das Doppelte bis 5fache in der Breite zunehmen. Die N e u b i l d u n g von Muskeln ist in der ersten Hälfte der Schwangerschaft, besonders in den innersten Lagen der Muskelhaut, zu beobachten, wo junge, runde Zellen von 22 — 40 μ Grösse in allen Uebergängen in Faserzellen von 40 — 68 μ stets in Menge sich finden, mangelt jedoch auch in den äussern Schichten nicht. Vom sechsten Monate an scheint diese Entstehung von Muskeln aufzuhören, wenigstens fand ich in der 26. Woche im ganzen *Uterus* nichts als die vorhin erwähnten mächtigen Faserzellen und keine Spur mehr ihrer frühern Formen. Gleich wie die Muskeln nimmt auch das sie vereinende F a s e r g e w e b e zu, und zeigt gegen das Ende der Schwangerschaft zum Theil deutliche Fibrillen. Während die Muskelhaut in dieser Weise wächst, hat auch die S c h l e i m h a u t mannichfach sich verändert. Sie ist es eigentlich, welche die Umwandlungen des *Uterus gravidus* einleitet, indem sie schon in der zweiten Woche bis zu 4 — 6 mm sich verdickt, weicher, lockerer und röther wird, stärker vorragende Falten bekömmt und bestimmter von der Muskelhaut sich abgrenzt, welche Eigenthümlichkeiten je länger um so deutlicher hervortreten. Mikroskopisch untersucht ergibt sich, dass nicht nur ihre Gefässe stärker ausgedehnt sind, sondern auch eine reichliche Neubildung von Bindesubstanz in ihrem Gewebe und eine bedeutende Vergrösserung der schlauchförmigen Drüsen stattgefunden hat, welche letzteren nun 4—6 mm Länge und 90—240 μ



Fig. 402.

Fig. 402. Muskelelemente aus einem fünfmonatlichen schwangeren *Uterus*. *a.* Bildungszellen der Muskelfasern, *b.* jüngere, *c.* entwickelte Faserzellen. 350 mal vergr.

Breite, 180 μ im Mittel betragen. Im weitern Verlaufe gestaltet sich nun aus dem grössten Theile der gewucherten Schleimhaut die bekannte *Decidua vera*, während ein anderer Theil an der Anheftungsstelle des Eies zur *Placenta uterina* sich umwandelt und durch eine Wucherung vom Rande dieser Theile aus die *Reflexa* um das Ei herum entsteht, Vorgänge, welche hier nicht weiter zu besprechen sind. Nur das kann bemerkt werden, dass die Utriculardrüsen in der *Vera* nach und nach zu weitern Säckchen sich umwandeln, deren Oeffnungen dieselbe und den Rand der *Reflexa* wie siebförmig durchbrochen erscheinen lassen, ferner dass die *Deciduae* vom zweiten Monate an zwar allmählich an Dicke abnehmen, wegen der Vergrösserung der inneren Oberfläche des *Uterus* jedoch in der Massenzunahme noch lange nicht stille stehen, endlich dass ihr Gewebe zu jeder Zeit aus grösseren und kleineren runden Zellen mit prächtigen, oft mehrfachen Kernen, aus zum Theil sehr grossen Faserzellen mit schönen, grossen Kernen und namentlich in der *Vera* aus zahlreichen Gefässen besteht, wogegen ein Epithel, die ersten Monate ausgenommen, an den *Deciduae* nicht mehr zu finden ist. — Die Schleimhaut des *Cervix* nimmt an der Bildung der *Deciduae* keinen Antheil und behält ihr Epithel (ohne Flimmern) während der ganzen Schwangerschaft. Doch wulstet sich dieselbe ebenfalls auf und vergrössern sich vor Allem ihre Schleimbälge, welche den bekannten, den Cervicalcanal ganz erfüllenden, Schleimpfropf liefern.

Die seröse Hülle nimmt zwar nicht in dem Grade, wie die Schleimhaut, doch ebenfalls deutlich an Stärke zu, dagegen ist die Verdickung der Uterusbänder, namentlich der runden, sehr deutlich und beruht ebenfalls auf ähnlichen Veränderungen ihrer glatten Musculatur, wie sie beim *Uterus* beschrieben wurden, vielleicht auch auf einer Zunahme der quergestreiften Bündel. Ebenso ist das Wachsthum der Blut- und Lymphgefässe in die Länge und im Umfange sehr deutlich und einem guten Theile nach auf Rechnung vergrösserter und neu entstandener Muskelelemente zu setzen, die an den Venen auch in der *Adventitia* und *Intima* nachzuweisen sind. Was die Nerven anlangt, so verdicken sich dieselben ebenfalls, doch ist es zweifelhaft, ob wirklich neue Nervenröhren in denselben entstehen. Sicher ist dagegen, dass die vorhandenen Elemente an Breite und Länge zunehmen, ihre dunkelrandigen Umrisse länger beibehalten und weiter ins Innere zu verfolgen sind als sonst.

Die Verkleinerung des *Uterus* nach der Geburt und die Herstellung eines den früheren Verhältnissen zwar nicht gleichen, aber doch nahestehenden Zustandes, kommt in den verschiedenen Theilen desselben nicht ganz in derselben Weise zu Stande. In der Muskelhaut spielt offenbar eine Verkleinerung

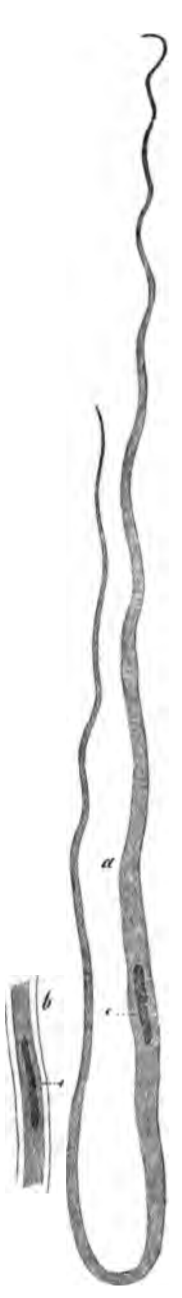


Fig. 403.

Fig. 403. *a*. Musculöse Faserzelle aus einem sechsmonatlichen *Uterus gravidus*, *b*. der mittlere Theil derselben, nach Essigsäurebehandlung den Schein einer Hülle zeigend, c. Kern der Faserzellen. Vergr. 350.

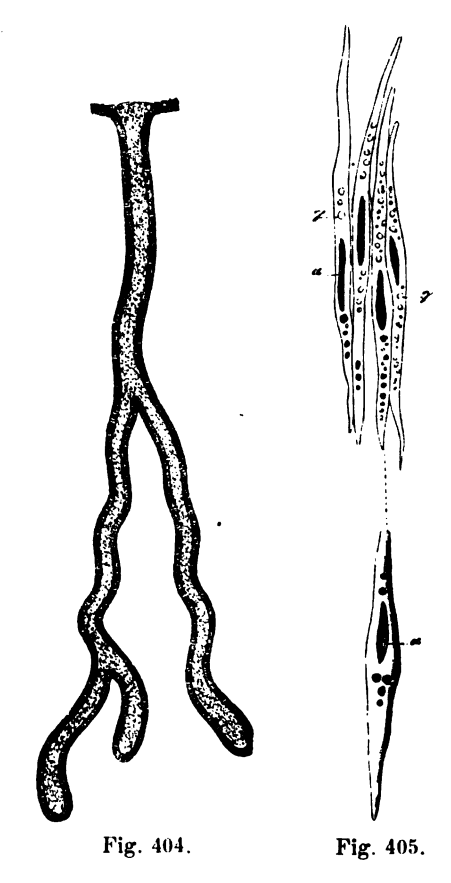


Fig. 404. Fig. 405.

der contractilen Faserelemente eine Hauptrolle, indem dieselben zugleich mit einer Fettbildung in ihrem Innern schon drei Wochen nach der Geburt wieder dieselbe Kürze (68 μ) zeigen, wie im jungfräulichen *Uterus*, doch kommt vielleicht auch eine vollständige Auflösung gewisser Muskelfasern zu derselben hinzu. Anders verhält es sich mit der Schleimhaut, welche in Gestalt der *Deciduae* und *Placenta uterina* nach der Geburt vollständig ausgestossen wird und desswegen sich ganz neu zu bilden hat. Die genaueren Vorgänge bei dieser einzig in ihrer Art dastehenden Wiedererzeugung sind noch nicht verfolgt. doch ist es mehr als wahrscheinlich. dass dieselbe schon innerhalb der ersten zwei oder drei Monate nach dem *Puerperium* sich vollendet. — Dass ausserdem auch die *Serosa*, die Gefässe und Nerven des *Uterus* sich zurückbilden. ist klar, das Nähere hierüber jedoch noch nicht erforscht.

Von den Nerven des schwangeren *Uterus* nimmt man seit *Tiedemann* allgemein an, dass dieselben stärker seien, als im jungfräulichen, doch wird diess in der neueren Zeit von *Snow-Beck* gänzlich bestritten und von *Jobert de Lamballe* (*Compt. rend.* 1841. Mai) nur insofern zugegeben, als das sie umhüllende Bindegewebe, nicht aber die Nerven selbst verdickt seien. Es ist klar, dass nur mikroskopische, sehr genaue Untersuchungen in dieser Frage den Entscheid geben können, diese sind jedoch spärlich. Aus *Remak*'s (l. c.) Angaben, dass die Nerven zur Zeit der Schwangerschaft stärker und grau werden, was durch eine Zunahme kernhaltiger Fasern bedingt sei, ist vorläufig nichts zu schliessen, da jeglicher Anhaltspunct mangelt, um zu entscheiden, ob diese kernhaltigen Fasern embryonale Nervenröhren oder eine Form von Bindegewebe sind. Dagegen verdanken wir *Kilian* sorgfältige Untersuchungen bei Thieren, die mit Gewissheit darthun, dass die Uterusnerven zur Zeit der Trächtigkeit weiter in die Uterussubstanz hinein als dunkelrandige Röhren sich verfolgen lassen, während dieselben früher, zum Theil schon bevor sie in den *Uterus* eintreten. zum Theil wenn sie kaum in denselben übergegangen, die Natur embryonaler markloser Röhren haben. Es gelang *Kilian* aus diesem Grunde auch die Nerven im schwangeren *Uterus* viel weiter ins Gewebe zu verfolgen als sonst. Von einer Bildung neuer Nervenröhren in den Stämmen sah *Kilian* nichts, und hält er eine solche für unwahrscheinlich. indem man dann auch eine Neubildung von Gangliensubstanz annehmen müsste, was nicht wohl gehe. Mir scheint etwas der Art keineswegs unmöglich, da ja die Ganglienzellen- und Faservermehrung nur einmal bei der ersten Schwangerschaft stattzufinden hätte, auch ist es gedenkbar, dass neugebildete Nervenröhren einfach als Aeste an andere sich

Fig. 404. Eine Uterindrüse einer Erstgebärenden, acht Tage nach der Empfängniss

Fig. 405. Musculöse Faserzellen des *Uterus*, drei Wochen nach der Geburt, vier davon mit Essigsäure behandelt und blass. *α*. Kerne derselben, *γ*. Fettkörnchen in denselben. Vergr. 350.

anschliessen, und wird es daher doch gerathener sein, abzuwarten, nach welcher Seite die den Menschen betreffenden Angaben *Remak's* sich entscheiden. Darauf möchte jedoch auch ich aufmerksam machen, dass eine Verdickung von Nerven allerdings auch durch Dickenzunahme der schon vorhandenen Röhren und Vermehrung des Neurilems geschehen kann, und dass die Nerven durch Vermehrung ihrer Endtheilungen an Zahl vollkommen befähigt werden können, über grössere Flächen sich auszubreiten als sonst.

Die Zunahme der Gefässe, sowohl der Arterien als und vor Allem der Venen zur Zeit der Schwangerschaft, ist sehr bedeutend, und daher unterscheidet sich um diese Zeit die mittlere, die grösseren Gefässe enthaltende Lage der Muskelsubstanz viel deutlicher von den beiden andern. An den Venenstämmen des schwangeren *Uterus* fand ich ausser der auch sonst vorhandenen Ringmuskellage mit ungemein vergrösserten Faserzellen noch eine äussere und innere Längsmuskelschicht mit ähnlichen mächtigen Elementen, so dass mithin hier die Zunahme der Wandungen unmittelbar nachgewiesen ist (Zeitschr. f. wiss. Zool. I. 84.).

§. 200.

Scheide und äussere Geschlechtstheile. Die 2 mm dicken Wände der Scheide, *Vagina,* bestehen aus einer äussern Faserhaut, einer mittlern Muskellage und einer Schleimhaut. Die dünne, weissliche Faserhaut zeigt aussen mehr lockeres, nach innen derberes Bindegewebe mit vielen elastischen Fasern und Venennetzen und geht ohne Grenze in die zweite, mehr röthliche Lage über, die neben Bindegewebe und vielen Venen eine ziemliche Zahl, namentlich während der Schwangerschaft entwickelter, glatter Muskelfasern enthält, die mit ihren quer- und längsverlaufenden Bündeln 90—180 μ langer Faserzellen eine wirkliche Muskelhaut zusammensetzen. Die Schleimhaut ist blassröthlich, mit vielen grössern und kleinern Falten und Warzen, den *Columnae rugarum*, versehen und aus einem derben, drüsenlosen (*Henle* sah in Einem Falle solitäre Follikel in Menge, *Splanchnol.* Fig. 350), an elastischen Elementen ungemein reichen Bindegewebe zusammengesetzt, dem sie ihre grosse Festigkeit und Dehnbarkeit verdankt. Ihre innere Oberfläche besitzt zahlreiche faden- oder kegelförmige Papillen von 130—180 μ Länge und 56—76 μ Breite, die ganz in ein 150 - 200 μ dickes Pflasterepithel von derselben Art, wie in der Speiseröhre, eingebettet sind, dessen oberste Plättchen bei einem Durchmesser von 22—33 μ, Kerne von 6 μ enthalten. — Das *Hymen* ist eine Verdoppelung der Schleimhaut und besitzt dieselben Elemente, wie sie.

Von der Scheide aus erstreckt sich die Schleimhaut auch noch auf die äussern Genitalien, überzieht die *Glans clitoridis* und den Vorhof mit der Harnröhrenmündung und bildet als Verdoppelungen das *Praeputium clitoridis* und die *Labia minora*. An den grossen Schamlippen geht dieselbe ununterbrochen in die äussere Haut über, welche an den innern Seiten derselben und an den *Commissurae labiorum* noch mehr mit einer Schleimhaut übereinstimmt, am Rande und an der äussern Fläche dagegen und am *Mons Veneris* ganz der *Cutis* gleicht. — Die Grundlage der Schleimhaut der äussern Genitalien ist ein schwammiges, gefässreiches, fettloses, jedoch an feinern elastischen Fasern ziemlich reiches Bindegewebe, das in seiner verdichteten, dem *Corium* entsprechenden, 0,45—0,55 mm dicken äussern Lage überall sehr entwickelte Papillen, an den *Labia minora* von 100—220 μ, an der *Clitoris* von 70—88 μ und ein geschichtetes Pflasterepithelium von 90—270 μ Dicke besitzt, dessen oberflächlichste Zellen zwischen 22—45 μ betragen (Fig. 64, 4). Die *Labia majora* stimmen im Baue ihrer Bekleidung zum Theil mit der *Mucosa* überein, zum Theil schliessen sie sich an die *Cutis* an und enthalten im Innern gewöhnliches Fettgewebe, nach *Henle* auch in der Nähe der innern Oberfläche longitudinale glatte Muskeln.

Die äussern Genitalien besitzen verschiedene kleinere und grössere Drüsen. **Talgdrüsen von meist sternförmiger Gestalt und bedeutender Grösse (0,5 — 2,0 mm)**

finden sich an den *Labia majora* aussen und innen in Verbindung mit grösseren und kleineren Haarbälgen, ferner in grosser Menge an den *Labia minora*, meist ohne Haare und etwas kleiner (von 0,2 — 1,0 mm), endlich auch hie und da um die Harnröhrenmündung und seitlich am Scheideneingange. Gewöhnliche traubenförmige Schleimdrüsen von 0,7 — 3,3 mm Grösse, mit kaum sichtbaren oder ziemlich grossen Mündungen, kurzen oder bis zu 13 mm langen Ausführungsgängen bieten in sehr wechselnder Zahl der Umkreis der Harnröhrenmündung, der Vorhof und die Seitentheile des Scheideneingangs dar. Endlich finden sich noch die zwei den *Cowper*'schen Drüsen des Mannes entsprechenden *Bartholin*'schen Drüsen am untern Ende der Vorhofszwiebeln seitlich am Scheideneingange, gewöhnliche traubenförmige Schleimdrüsen von 13 mm Grösse mit birnförmigen, von einem Pflasterepithelium ausgekleideten Drüsenbläschen von 45 — 110 μ, die in einem dichten, kernhaltigen, der Muskelfasern entbehrenden Bindegewebe drin liegen. Die 15 — 18 mm langen, 1 mm breiten Ausführungsgänge dieser Drüsen haben nach aussen von ihrer mit einem Cylinderepithelium von 22 μ ausgekleideten Schleimhaut eine zarte Längsschicht von glatten Muskeln, und enthalten immer einen zähen, klaren, gelblichen Schleim.

Die *Clitoris* mit ihren beiden *Corpora cavernosa* und die mit den Vorhofszwiebeln (*Bulbi vestibuli*), dem gespaltenen *Corpus cavernosum urethrae* des Weibes, in Verbindung stehende *Glans* sind im Kleinen gerade ebenso beschaffen, wie die entsprechenden Theile und cavernösen Körper des Mannes, und lassen sich die musculösen Elemente hier noch leichter darstellen als beim Manne.

Die Blutgefässe der Scheide und der äussern Genitalien zeigen im Ganzen nicht viel Bemerkenswerthes. In den Papillen der verschiedenen Orte finden sich meist einfache Gefässschlingen, nur wenn dieselben grösser oder zusammengesetzt sind, wie häufig im Umkreise der Harnröhrenmündung mehrfache solche. Die *Corpora cavernosa* verhalten sich nach Allem, was wir wissen, wie beim Manne. — Ungemein reich sind die Venenplexus in den Wänden der Scheide über den Vorhofszwiebeln, doch stellen dieselben keineswegs, wie *Kobelt* annimmt, wirkliche cavernöse Körper dar. Die Lymphgefässe der äussern Genitalien und der Scheide sind zahlreich und münden theils in die Leistendrüsen, theils in die Beckenplexus. Die Nerven endlich stammen theils vom *Sympathicus*, theils von dem *Plexus pudendus*, und sind namentlich in der *Clitoris* ungemein zahlreich, aber auch in der Scheidenschleimhaut nicht schwer zu finden. Dieselben bieten am letztern Orte Theilungen dar und sind in ihren Enden noch wenig erforscht, immerhin weiss man, dass an gewissen Stellen Endkolben und *Pacini*'sche Körperchen sich finden (s. §§. 40 und 42).

Die Absonderungen der weiblichen Genitalien sind, abgesehen von denen des *Ovarium*, 1) ein weisslicher Schleim im Uterus, der wohl vorzüglich von den Uterindrüsen stammt und alkalisch reagirt, 2) ein glasheller, zäher, alkalischer Schleim im *Cervix uteri* (siehe oben); 3) ein saurer Schleim in der *Vagina*, der häufig Schleimkörperchen in Menge, und wie *v. Scanzoni* und *ich* nachgewiesen haben, fast immer das schon von *Donné* gesehene *Infusorium*, die *Trichomonas vaginalis* enthält; 4) der helle, zähe Schleim der *Bartholin*'schen Drüsen, der während der Begattung in grosser Menge entleert wird und bei Reizungen, wie *Huguier* und *v. Scanzoni* sahen, selbst manchmal im Strahle hervortritt, was auf Rechnung der Muskeln des Ausführungsganges geschrieben werden kann, 5) die Absonderung der kleinen Talg- und Schleimdrüsen der äussern Genitalien.

Untersuchung der weiblichen Genitalien. Die *Graaf*'schen Follikel sind möglichst frisch zu untersuchen, wenn man die *Membrana granulosa* und Eier in ihren natürlichen Verhältnissen sehen will. An ältern Eikapseln schwimmt die erstere in Flocken im *Liquor folliculi*, und ist auch der Keimhügel meist zerstört. Um das Eichen sicher zu erhalten, fängt man den Inhalt eines grössern sorgfältig herausgelösten Follikels auf einem

Objectträger auf und untersucht mit einer kleinen Vergrösserung die grösseren hervorgetretenen Flocken. Auch beim rohen Zerschneiden oder Zerzupfen von Eierstöcken zeigen sich immer leicht Eier, doch ist diess nicht gerade ein empfehlenswerthes Verfahren. Sehr lehrreich sind ferner feine mit Carmin gefärbte Schnitte in Alkohol oder Chromsäure erhärteter Ovarien, an denen man nicht nur die mikroskopischen Eisäckchen schön sieht, sondern oft auch grössere Follikel mit dem Ei im Eihügel gut erhalten findet. — Die Musculaturen der Eileiter, des Uterus, der Scheide etc. erforsche man durch sorgfältige Zergliederung, dann auch an feinen Schnitten von erhärteten Theilen. *Kasper* empfiehlt besonders den Uterus drei Minuten in Wasser zu kochen und dann 24 Stunden in möglichst concentrirtes kohlensaures Kali zu legen, oder ihn mit Holzessig zu behandeln und die Schnittchen mit verdünnter Essigsäure zu befeuchten, während *Schwartz* und *Reichert* den in Alkohol erhärteten Uterus trocknen und die Muskelfasern durch kurze Einwirkung von Salpetersäure von 20 Proc. deutlich machen. Auch das Verfahren, das *Wittich* anwandte, ist nach *Gerlach* zu gebrauchen. Die contractilen Faserzellen sieht man nirgends schöner als im schwangern Uterus, die Uterindrüsen am prächtigsten bei Menstruirenden und im ersten Monate nach der Empfängniss. Das Flimmerepithelium wird nur in ganz frischen Stücken gesehen, am besten noch in der *Tuba*, die Zellen ohne Härchen dagegen leicht. Die Darstellung der äussern Theile macht keine Schwierigkeit und gelten für die Drüsen, Nerven, Papillen, das Epithel die schon früher angeführten Regeln.

Literatur. *C. E. v. Baer*, *De ovi mammalium et hominis genesi epist.* Lips. 1827, und *Commentarius*, deutsch in *Heusinger*'s Zeitschr. II.; *Coste*, *Recherches sur la génération des mammifères.* Paris 1834; *Embryogénie comparée.* Paris 1837; *Études ovologiques*, in *Annal. franc. et étrang. d'anat. et de phys.* II. 324. 1838; *Histoire générale et part. du développement.* Paris 1847; *A. Bernhardt*, *Symbolae ad ovi mam. hist. ante praegn.* Vrat. 1834. *Diss.*; *R. Wagner*, in *Müll.* Arch. 1835. S. 373; *Prodromus hist. generationis.* Lips. 1836; in Denkschr. der bayer. Akad. Bd. II. 1837. S. 511; *M. Barry*, *Researches in Embryologie.* Ser. I. II. III., in *Philos. Trans.* 1838—40; *Bischoff*, Beweis der von der Begattung unabhängigen Reifung und Loslösung der Eier der Säugethiere und des Menschen. Giessen 1844, und *Ann. d. sc. nat.* 3. Sér. II. 1844. 304; *Pouchet*, *Théorie positive de l'ovulation spontanée.* Paris 1847; *Ecker*, *Icon. phys.* Tab. XXII; *Zwicky*, *De corpor. luteorum origine.* Turici 1844; *Kobelt*, Der Nebeneierstock des Weibes. Heidelberg 1847; *W. Steinlin*, in Mittheil. der Zürcher naturf. Gesellschaft. 1847. S. 156; *Allen Thomson*, Art. »*Ovum*« in *Cyclopaed. of Anat.* P. XLVIII; *C. Spiegelberg*, in Götting. Nachr. 1860. Nr. 20; *Ch. Aeby*, in *Müll.* Arch. 1861. S. 635; *Klebs*, Die Eierstockseier der Wirbelthiere, in *Virch.* Arch. XXI. S. 362. XXVIII. S. 301; *F. Guyon*, in *Journ. de la phys.* II. 186 und 397; *E. Pflüger*, in der Med. Centralz. 1861. Nr. 42. 1862. Nr. 3, 88 und 90; Ueber die Eierstöcke der Säugethiere und des Menschen. Leipzig 1863, in *Virch.* Arch. Bd. XXIX. S. 228 und 450, in Unters. aus d. phys. Labor. zu Bonn. Berlin 1865. S. 173; *O. Schrön*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XII. S. 409, und *Moleschott*'s Unters. Bd. IX. S. 102 und 209; *H. Quincke*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XII. S. 483; *F. Grohé*, in *Virch.* Arch. Bd. XXVI. S. 271. Bd. XXVIII. S. 570; *J. Pank*, in Petersb. med. Zeitschr. 1863. S. 110; *F. A. Kehrer*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XX. S. 19; *Bischoff*, in Münchn. Sitzungsber. Bd. I. S. 242; *Borsenkow*, in Würzb. naturw. Zeitschr. Bd. IV. S. 56; *O. Spiegelberg*, in *Virch.* Arch. Bd. XXX. S. 466; *His*, in Arch. f. mikr. Anat. 1865. Bd. I. S. 151; *L. Letzerich*, in *Pflüger*'s Unters. aus d. phys. Labor. zu Bonn. 1865. S. 178; *C. Périer*, *Anat. et phys. de l'ovaire.* Paris 1866; *T. Langhans*, in *Virch.* Arch. Bd. XXXVIII. S. 543; *v. la Valette St. George*, in Arch. f. Mikr. Anat. Bd. II. S. 56; *S. Stricker*, in Wien. Sitzungsber. Juni 1866; *Fr. Tiedemann*, *Tabulae nervorum uteri.* Heidelberg 1822; *G. Kasper*, *De structura fibrosa uteri non gravidi.* Vrat. 1840; *E. H. Weber*, Zusätze zur Lehre vom Bau der Geschlechtsorgane. Leipzig 1846; *Kölliker*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. I; *Fr. Kilian*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. VIII. IX. 1849 und 1850, Bd. X. S. 41; *R. Lee*, *Memoirs on the Ganglia and nerves of the uterus.* London 1849; *Th. Snow-Beck*, in *Phil. Trans.* II. 1846; *Rainey*, in *Phil. Trans.* II. 1850; *Val. Schwartz*, *Obser. microsc. de decursu muscul. uteri et vaginae hominis.* Dorp. 1850. *Diss.*; *Robin*, in *Arch. génér. de méd.* 1848. Tom. XVII. p. 258 u. 405. Tom. XVIII. p. 257, *Gaz. méd.* 1855. Nr. 50; *Kobelt*, Die männlichen und weiblichen Wollustorgane. Freib. 1844; *Tiedemann*, Von den *Duverney*'schen

Drüsen des Weibes. Heidelberg 1840; *C. Mandt*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. VII. S. 1; *Huguier*, in *Ann. d. sc. nat.* 1850. p. 239; *Leuckart*, Art. »Zeugung« in Handw. d. Physiol. IV; *H. Müller*, in Würzb. Verh. IV. S. 65; *W. Tyler-Smith*, in *Med.-chir. Trans.* Vol. XXXV. p. 378—398; *Kölliker* und *Scanzoni*, Das Secret der Schleimhaut der *Vagina* und des *Cervix uteri*, in *Scanzoni*'s Beitr. II. 1855; *E. Wagner*, in Arch. f. phys. Heilk. 1856. S. 498; *R. Maier*, in Freib. Ber. April 1857; *A. Farre*, Art. »Uterus«, in *Cyclop. of Anat.* June 1858; *Ch. Rouget*, in *Journ. de la phys.* I. p. 320, 479 u. 735; *C. Hennig*, Der Katarrh d. inn. w. Geschlechtstheile. Leipzig 1862; *C. A. Martin* und *H. Leger*, in *Arch. génér.* 1862. S. 69 und 174; *C. Nasse*, Die Schleimhaut d. inn. w. Genitalien im Thierreiche. Marb. 1862. *Diss.*; *V. Cornil*, im *Journ. de l'Anatomie*. 1864. p. 386; *A. Meyerstein*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XXIII. S. 63; *T. Hélie*, *Rech. s. l. fibres muscul. de l'Uterus dével. p. la grossesse.* Paris 1865; *Erbstein*, in Arch. f. mikr. Anat. Bd. II. S. 530.

C. Von den Milchdrüsen.

§. 201.

Die Milchdrüsen, *Glandulae lactiferae*, sind zwei zusammengesetzt traubige Drüsen, welche beim Manne nur verkümmert sich finden, beim Weibe dagegen vollkommen entwickelt sind und nach der Geburt die Milch absondern.

Bezüglich auf den Bau, so stimmen die Milchdrüsen im Wesentlichen vollkommen mit den grösseren traubenförmigen Drüsen, z. B. der *Parotis* und dem *Pancreas* überein. Jede Drüse besteht aus 15—24 und mehr unregelmässigen, platten oder birnförmigen, im Umkreise rundlich eckigen, 1,3—2,7 Cm grossen Lappen, welche wenn auch in ihren Höhlungen ganz von einander getrennt, doch äusserlich nicht immer scharf sich sondern lassen, und jeder aus einer gewissen Zahl kleinerer und kleinster Läppchen, und diese endlich aus den Drüsenbläschen zusammengesetzt sind. Diese sind rundlich oder birnförmig, 110—158 μ gross, von den feinsten Ausführungsgängen deutlicher abgeschnürt, als z. B. bei den kleinen Schleimdrüsen und wie überall aus einer gleichartigen Haut und einem Pflasterepithel gebildet, das zur Zeit der Milchabsonderung besondere Umwandlungen erleidet. Alle Drüsenelemente werden von einem, namentlich zwischen den Drüsenbläschen und kleinern Läppchen sehr reichlichen, derben, weissen Bindegewebe umgeben und zu einer festen, grossen Drüsenmasse vereint, welche dann schliesslich noch von reichlichem Fettgewebe und zum Theil von der Haut bedeckt wird. — Die Milchdrüse ist eigentlich keine einfache Drüse, sondern besteht, ähnlich der Thränendrüse, aus einem Haufen einfacherer Drüsen, von denen jede ihren besonderen Ausführungsgang besitzt. Aus jedem Drüsenlappen entspringt nämlich durch den Zusammenfluss der Ausführungsgänge der



Fig. 406.

Fig. 406. Einige kleinste Läppchen der Milchdrüse einer *Puerpera* mit ihren Gängen. 70mal vergr. Nach *Langer*.

kleinern und grössern Läppchen schliesslich ein kürzerer oder längerer, 2 — 4,5 mm weiter Gang, der Milchgang oder Milchcanal, *Ductus lactiferus s. galactophorus,* welcher, gegen die Brustwarze verlaufend und immer noch kleinere Gänge aufnehmend, unter dem Warzenhofe zu einem 4 — 9 mm weiten, länglichen Säckchen, dem Milchsäckchen, Milchbehälter, *Sacculus s. sinus lactiferus*, anschwillt, dann bis zu 2 mm oder 1 mm verschmälert in die Warze umbiegt und endlich für sich mit einer nur 0,4 — 0,7 mm weiten Oeffnung auf der Spitze derselben zwischen den hier befindlichen Höckern ausmündet. — Alle diese Ausführungsgänge besitzen ausser einem Epithelium, das in den stärksten Gängen walzenförmige Zellen von 13 — 22 μ Länge, in den feinern Verästelungen dagegen rundlich vieleckige kleinere Zellen zeigt, und einer gleichartigen Lage unter demselben eine weisse, derbe, an den grössern Canälen längsgefaltete Faserhaut, in der ich bisher keine unzweifelhaften Muskelfasern, sondern nichts als ein kernhaltiges, längsziehendes Bindegewebe mit feinen elastischen Fasern auffinden konnte, worin mir *Eberth* und jetzt auch *Henle* beistimmt (man vgl. d. Handb. 4. Aufl. S. 575).

Die Brustwarze und der Warzenhof besitzen zahlreiche glatte Muskeln, denen sie ihr Zusammenziehungsvermögen verdanken (cf. §. 35), eine zarte Oberhaut, deren Hornschicht beim Weibe nur 13 μ beträgt, während die *Malpighi*'sche Lage 90 μ dick und in der Tiefe gefärbt ist, und zusammengesetzte Papillen von 70 — 220 μ. An der Brust selbst sind die Papillen klein (von 28 — 37 μ) und einfach, und die Epidermis noch feiner, von 70 — 90 μ, jedoch mit mächtiger Hornschicht von 45 — 54 μ. Im Warzenhofe, besonders am Rande desselben, nicht an der Warze selbst, finden sich grössere Schweissdrüsen oft mit eigenthümlichem Inhalte, und grössere Talgdrüsen mit feinen Härchen, welche Drüsen oft von aussen sichtbare Höckerchen bilden (siehe oben bei den Schweiss- und Talgdrüsen). Die *Glandes auréolaires* von *Duval* (*Gl. lactiferae aberrantes s. accessoriae, Luschka; Henle*) sind nichts als grössere Talgdrüsen, und die colostrumartige Flüssigkeit, die sie bei Neuentbundenen beim Ausdrücken geben, Hauttalg. — Beim Manne sah ich Talgdrüsen ohne Haare auch an der Warze.

Die Blutgefässe der Milchdrüse sind zahlreich und umgeben die Drüsenbläschen mit einem ziemlich engen Netze von Capillaren. Die Venen erzeugen im Warzenhofe einen nicht immer ganz geschlossenen Kreis (*Circulus venosus Halleri*). Ebenso reich sind die Saugadern in der Haut, welche die Drüse deckt, in der Drüse selbst dagegen hat man dieselben noch nicht nachgewiesen. Die Nerven der Haut, welche die *Mamma* deckt, stammen von den *NN. supraclaviculares* und den Hautästen des zweiten bis vierten *N. intercostalis,* und gehen die letzteren auch in das Innere der Drüse, die ausserdem noch von einigen mit den Gefässen verlaufenden feinen Zweigchen, deren Ende unbekannt ist, versorgt wird.

Zur Zeit der Milchabsonderung vergrössert sich die Milchdrüse sehr bedeutend. Ihr Gewebe ist nicht mehr gleichförmig, weisslich und fest, sondern weicher, körnig und gelappt, mit schönen, von dem weisslichen, gelockerten Zwischengewebe deutlich abgegrenzten, gelbröthlichen Drüsenläppchen. Die Drüsenbläschen und Milchgänge sind weiter, mit Milch gefüllt, die Gefässe ungemein vermehrt. Bei den äussern Theilen ist besonders die Vergrösserung des Warzenhofes und der Warze bemerkenswerth, deren Ursachen auf einem Wachsthume dieser Theile mit allen ihren Elementen, auch den Muskelfasern und kleinen Drüsen, zu beruhen scheinen und nicht in einer einfachen Ausbreitung der Färbung über eine grössere Fläche.

Beim Manne ist die Milchdrüse ganz verkümmert, 1,35 — 5,4 Cm breit und 2 — 6,7 mm dick, nicht gelappt, und fest. Die Milchgänge entbehren der Milchsäckchen und sind nie so weit entwickelt, wie beim Weibe, indem dieselben entweder in der Form denen entsprechen, die man bei Neugebornen findet, oder bei grösseren Drüsen mehrfach verästelt und mit einer gewissen Zahl von Endblasen besetzt sind, die ihrer meist bedeutenderen Grösse wegen (sie übertreffen nach *Langer* die

Drüsenbläschen des Weibes um das Dreifache, während *Luschka* sie nur 45—90 μ gross schildert), nicht für wirkliche Drüsenbläschen zu halten sind. In seltenen, aber bestimmt beobachteten Fällen kann auch hier die Drüse eine solche Entwickelung nehmen, dass sie zur Milchabsonderung tauglich wird.

§. 202.

Physiologische Bemerkungen. Die Milchdrüse folgt in ihrer Entwickelung den andern Drüsen der Haut und ist, wie ich (Mitth. d. Zürcher nat. Ges. 1850. Nr. 41) mit *Langer* (l. c.) finde, anfänglich (im vierten bis fünften Monate) nichts als ein dichter warzenförmiger Fortsatz der Schleimschicht der Oberhaut, der von einer Lage dichteren Cutisgewebes umhüllt wird (Fig. 407, 1). Indem derselbe im sechsten bis siebenten Monate eine gewisse Zahl von Sprossen treibt, entstehen die ersten Anlagen der spätern Lappen (Fig. 407, 2). Dieselben sind zuerst nichts als kleine, von der gemeinsamen Drüsenanlage ausgehende birn- oder flaschenförmige Fortsätze, welche erst gegen das Ende der Fötalzeit von einander sich trennen und nach aussen sich öffnen, während sie zugleich an ihrem noch nicht hohlen Ende rundliche oder längliche, ebenfalls nicht hohle Knospen zu treiben beginnen. Zur Zeit der Geburt misst die Drüse von 3,5—9 mm und lässt schon deutlich eine gewisse Zahl, 12—15 Abschnitte erkennen, von denen die innern, der noch rudimentären Warze nähern, zum Theil einfach flaschenförmig oder mit nur zwei bis drei Ausbuchtungen enden, während die andern mit einer grössern Zahl von solchen in Verbindung stehen. Ein jedes dieser unentwickelten Läppchen ist in dem einfachen oder zwei- bis dreimal verästelten Ausführungsgange aus einer Faserhaut von unreifem, zellenhaltigem Bindegewebe und einem kleincylindrischen Epithel zusammengesetzt und deutlich hohl, während die kolbigen Enden, die man hier so wenig wie bei andern sich bildenden Drüsen schon Endbläschen nennen kann, noch keine Höhlung besitzen, vielmehr neben der von den Gängen auf sie übergehenden Faserhülle durch und durch aus kleinen, kernhaltigen Zellen bestehen. Aus dieser noch sehr einfachen Form entwickelt sich die spätere dadurch, dass durch lang fortgesetzte Sprossenbildung von den ursprünglichen und jeweiligen kolbigen Enden aus und durch hiermit gleichen Schritt haltende Aushöhlung derselben schliesslich ein vielfach verästelter, an seinen Ausläufern von ganzen Gruppen von hohlen Drüsenbläschen besetzter Gang entsteht; doch gehen diese Vorgänge bei der Milchdrüse langsamer als bei irgend einer andern Drüse vor sich. Nach *Langer*, dem wir hierüber sorgfältige Untersuchungen verdanken, finden sich im kindlichen Alter vor dem Eintritte der Menstruation noch nirgends wirkliche Endbläschen, sondern überall nur unausgebildete Gänge mit kolbenförmigen Enden. Mit dem Eintritte der Pubertät entstehen dann wirkliche Drüsenbläschen, jedoch anfänglich nur am Rande der Drüse; bis endlich mit der ersten Schwangerschaft die ganze Drüse vollkommen sich entwickelt. Nach der ersten Milchabsonderung verkleinert sich zwar die Drüse wieder, bleibt aber in allen ihren

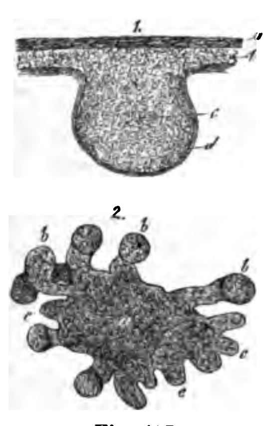


Fig. 407.

Fig. 407. Zur Entwickelung der Milchdrüse. 1. Milchdrüsenanlage eines fünfmonatlichen männlichen Embryo. *a.* Hornschicht, *b.* Schleimschicht der Oberhaut, *c.* Fortsatz der letztern oder Anlage der Drüse, *d.* Faserhülle um denselben. 2. Milchdrüse eines siebenmonatlichen weiblichen Fötus von oben. *a.* Centralmasse der Drüse mit grössern (*b*) und kleinern (*c*) soliden Auswüchsen, den Anlagen der grossen Drüsenlappen.

Theilen bestehen, um dann bei folgenden Schwangerschaften einfach sich zu vergrössern, ohne neue Theile anzusetzen. Zur Zeit der Involution — vielleicht auch wenn nach einer Schwangerschaft zu lange Zeit vergeht, ohne dass die Drüse in Anspruch genommen wird — bildet sich dieselbe zurück, bis endlich im Alter alle Drüsenbläschen geschwunden sind und nur noch die mehr oder weniger weit erhaltenen, in ihrem Epithel fettig entarteten Milchgänge in dem an die Stelle des Drüsengewebes getretenen Fettpolster zu finden sind.

Die Milch besteht aus einer Flüssigkeit, dem Milchplasma, und unzähligen, in derselben schwimmenden, runden dunklen, wie Fetttropfen glänzenden Körperchen von unmessbarer Feinheit bis zu 2 — 5 μ Grösse und darüber, den Milchkügelchen, welche höchst wahrscheinlich nicht aus den Fetten der Milch allein bestehen, sondern auch eine zarte Hülle von Casein besitzen und der Milch ihre weisse Farbe verleihen. Bezüglich auf die Bildung der Milch ist zu bemerken, dass ausserhalb der Zeit der Schwangerschaft und des Stillens die Drüsen nichts als eine geringe Menge eines gelblichen, zähen Schleimes mit einer gewissen Zahl von Epithelzellen enthalten und bis in ihr Ende von einem pflasterförmigen, nach aussen mehr walzenförmigen Epithel ausgekleidet sind. Mit der Schwangerschaft ändert sich diess. Die Zellen der Drüsenbläschen beginnen zuerst wenig, dann immer mehr Fett in sich zu entwickeln und sich zu vergrössern, so dass sie die Endbläschen ganz erfüllen. Hierzu kommt noch vor dem Ende der Schwangerschaft eine Neubildung von fetthaltigen Zellen in denselben, durch welche die älteren Zellen in die Milchgänge getrieben werden und diese nach und nach erfüllen. So geschieht es, dass, obschon eine eigentliche Absonderung noch nicht eintritt, doch in der Regel in der zweiten Hälfte der Schwangerschaft einige Tropfen Flüssigkeit aus der Drüse ausgedrückt werden können, welche, wie ihre gelbliche Farbe zeigt, zwar keine Milch ist, aber doch eine gewisse Zahl Fettkügelchen aus den mehr oder weniger zerfallenen, fetthaltigen Zellen, den spätern Milchkügelchen ganz gleich, und auch solche Zellen mit oder ohne Hülle, sogenannte Colostrumkörper, enthält. Beginnt nach der Geburt das Stillen, so wird mit einem Male die Zellenbildung in den Drüsenbläschen sehr lebhaft, wodurch die in den Milchcanälen und Drüsenbläschen angesammelten Säfte in den ersten drei bis vier Tagen als Colostrum oder unreife Milch entleert werden, und die wirkliche Milch an die Stelle tritt.

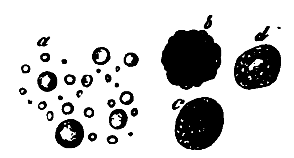


Fig. 408.

Diese besteht in den Enden der Drüse aus nichts Anderem, als etwas Flüssigkeit und mit Fettkügelchen ganz gefüllten Zellen, welche bald die Drüsenbläschen ganz erfüllen, bald neben blasseren, doch ebenfalls mehr weniger fetthaltigen Epithelzellen dieselben einnehmen und, wie nicht wohl bezweifelt werden kann, von den Epithelzellen aus — analog der Bildung des Hauttalges (cf. §. 70) — durch fortwährende Vermehrung derselben entstehen. Diese Zellen, die ich Milchzellen nennen will, zerfallen schon in den Milchgängen in ihre Elemente, die Milchkügelchen, indem ihre Hüllen und meist auch die Kerne spurlos schwinden, so dass die ausgeschiedene Milch in der Regel keine Spur ihrer Entstehungsweise zeigt. Höchstens finden sich in ihr sehr vereinzelte grössere oder kleinere Klümpchen von Milchkügelchen, die man, weil sie den im Colostrum vorkommenden ähnlich sind, ebenfalls Colostrumkörperchen nennen kann. — Die Milchabsonderung beruht mithin wesentlich auf einer Bildung von Flüssigkeit und fetthaltigen Zellen in den Drüsenbläschen, und reiht sich somit denjenigen Ausscheidungen an, bei denen geformte Elemente eine Rolle spielen, vor Allem den fetthaltigen Absonderungen, wie dem Hauttalge, in dem

Fig. 408. Formelemente der Milch, 350mal vergr. *a*. Milchkügelchen, *b*. Colostrumkörper, *c d*. Zellen mit Fettkügelchen aus dem Colostrum, die eine (*d*) mit einem Kerne.

ganz ähnliche Zellen sich finden, wie in den Drüsenbläschen der Milchdrüse und im Colostrum.

Bei Neugebornen enthält die Milchdrüse sehr häufig eine geringe Menge einer in ihrem Aeussern und mikroskopischen Charakter wie Milch sich verhaltenden Flüssigkeit, deren Entstehung wahrscheinlich mit der Bildung der Drüsencanäle zusammenhängt.

Von den Colostrumkörpern und Fettkügelchen des Colostrum hat *Reinhardt* zuerst nachgewiesen, dass *Nasse*'s und *Henle*'s Vermuthung, dass dieselben mit einer Bildung von fetthaltigen Zellen in der Milchdrüse im Zusammenhange stehen, und erstere in ihrer gewöhnlichen Form nichts als hüllenlose Zellen, die letztern aus Zellen frei gewordene Fetttropfen sind, vollkommen begründet ist, doch ist er geneigt, die Colostrumbildung und die Milchabsonderung zu trennen und die erstere als einen eher pathologischen Vorgang, als eine Fettumwandlung, durch welche die alten Epithelzellen der Drüse vor der eigentlichen Milchbildung nach aussen entleert werden, zu betrachten, namentlich darum, weil er bei der eigentlichen Milchbildung keine fetthaltigen Zellen zu beobachten vermochte. Seit jedoch namentlich *v. Bueren* solche gefunden hat und demnach die Milch- und Colostrumbildung einander morphologisch ganz entsprechend erscheinen, lässt sich eine solche Trennung nicht mehr vertheidigen und kann die Colostrumbildung bei Mehrgebärenden kaum anders denn als die Einleitung zur Milchbereitung angesehen werden. Dagegen bin ich allerdings der Ansicht, dass die Entstehung des ersten Colostrums mit der während der ersten Schwangerschaft sich einstellenden ungemeinen Entwickelung der Milchdrüse zusammenhängt und zum Theil von den während der Bildung der letzten Drüsenenden vergehenden innern Zellen ihrer anfänglich nicht hohlen Anlagen herrührt. In ähnlicher Weise deute ich auch die Milchbildung bei Neugebornen, bei denen sicherlich nicht an eine wirkliche Absonderung zu denken ist.

In der Milch Neuentbundener fand *Stricker* farblose Körperchen zweifelhafter Natur, die bei 40° C. lebhafte Form- und Ortsveränderungen zeigten (l. i. c.).

Donné, der Entdecker der Colostrumkörper, gibt an, dass bei Entzündungen und Anschwellungen der Brüste von Säugenden die Milch die Natur von Colostrum annehme, was jedoch *d'Outrepont* und *Münz* läugnen (Neue Zeitschr. für Geburtsk., Bd. X), ebenso soll nach *Lehmann* (Phys. Chemie. II. 327) bei acuten Leiden überhaupt und dann auch bei der Menstruation (*Donné, d'Outrepont*) die Milch Colostrumkörperchen zeigen, welche *Donné*, wenn sie in grösserer Menge da sind, immer als einen Beweis schlechter Milch ansieht. — Bei der Klauenseuche fanden *Herberger* und *Donné* die Milch mehr colostrumartig. In saurer Milch findet man Casein in Körnchen geronnen und die Milchkügelchen nach und nach zu grössern Tropfen zusammenfliessend. Blaue und gelbe Milch enthält nach *Fuchs* (s. *Scherer* Art. »Milch« in Handw. d. Phys. II. S. 470) ungefärbte Infusorien, die er *Vibrio cyanogenus* und *xanthogenus* nennt, die, auf gesunde Milch übergetragen, dieselbe ebenfalls färben, was *Lehmann* für blaue Milch bestätigt, doch findet sich nach *Bailleul* (*Compt. rend.* 17. p. 1138) und *Lehmann* in solcher auch ein Fadenpilz. — Auch rothe Milch hat *C. Nägeli* beobachtet und pflanzliche *Protococcus*-artige Bildungen in derselben gefunden.

Zur Untersuchung wählt man vor Allem die Brustdrüse von Schwangern, Säugenden oder von Frauen, die schon geboren haben, weil nur in diesen die Drüsenbläschen schön entwickelt sind. Durch Zerzupfen der kleinsten Läppchen kommen die Elemente derselben leicht zur Anschauung, will man dagegen ihre Anordnung sehen, so sind feine Schnitte in Essig gekochter und getrockneter Drüsen vor Allem zu empfehlen, dann auch eingespritzte Stücke, welche von den Milchsäckchen aus nicht schwer zu erhalten sind. — Zum Studium der Entwickelung der Drüse sind neben frischen auch Essigsäurepräparate durchaus nothwendig. Die glatten Muskeln des Warzenhofes findet man schon durch blosse Zerlegung, obschon nicht immer leicht, da sie, ausser zur Zeit der Schwangerschaft, oft sehr zart sind.

Literatur. *Rudolphi*, Bemerkungen über den Bau der Brüste, in den Abh. der Berlin. Akad. im Jahre 1831. S. 337; *A. Cooper*, *The anatomy of the breast.* London 1839.

4.; *C. Langer*, Ueber den Bau u. die Entwickelung der Milchdrüsen, mit 3 Taf., aus den Denkschr. d. Wiener Akad. Bd. III. Wien 1851; *A. Donné*, *Du lait et en particulier du lait des nourrices.* Paris 1836; Ueber die mikroskopischen Körperchen im Colostrum, in *Müll.* Arch. 1839. S. 182; *Cours de Microscopie.* Paris 1844; *Fr. Simon*, Die Frauenmilch, nach ihrem chem. und physiol. Verhalten dargestellt. Berlin 1838; Ueber die *Corps granuleux* von *Donné*, in *Müll.* Arch. 1839. S. 10 und 187; *J. Henle*, Ueber die mikrosk. Bestandtheile der Milch, in *Fror.* Not. 1839. Nr. 223; *H. Nasse*, Ueber die mikrosk. Bestandtheile der Milch, in *Müll.* Arch. 1840. S. 259; *Reinhardt*, im Arch. f. path. Anat. Bd. I. S. 52—64; *Lammerts van Bueren*, *Onderzoekingen over de Melkbolletjes*, in *Nederl. Lancet.* 2. Ser. 4. Jaarg. p. 722, oder *Observ. microscop. de lacte. Traject. ad Rhenum* 1849. *Diss.*; *De Ontwikkeling van de Vormbestandeelen der Melk*, in *Nederl. Lancet.* 2. Ser. 5. Jaarg. p. 1; *Fr. Will*, Ueber die Milchabsonderung. Erlangen 1850. Programm; *Ch. Robin*, *De la corrél. exist. entre le dével. de l'Uterus et celui de la mamelle*, in *Gaz. méd.* 1850. Nr. 13, *Moleschott*, Chem. u. mikr. Not. über die Milch, in Arch. f. phys. Heilk. XI. S. 696; *Luschka*, Zur Anat. d. männl. Brustdrüsen, in *Müll.* Arch. 1852. S. 402; *H. Meckel von Hemsbach*, Path. Anat. d. Brustdrüse, in Illustr. med. Zeitg. III. S. 141, *K. Harpeck*, in *Reichert's* Studien d. phys. Inst. zu Breslau. 1858. S. 96; *Duval*, *Du mamelon et de son auréole.* Paris 1861; *W. Gruber*, in *Mém. de l'Acad. de Petersb.* X. Nr. 10 (männl. Brustdrüse); *Stricker*, in Wiener Sitzungsber. Bd. LIII. S. 184. — Ausserdem vergleiche man die allgemeine Anatomie von *Henle*, *J. Müller's* Drüsenwerk und die Atlanten von *Berres*, *Donné* und *Mandl.*

Vom Gefässsysteme.

§. 203.

Das Gefässsystem besteht aus dem Herzen, den Blut- und den Lymphgefässen, und enthält in seinen Höhlen das Blut, die Lymphe und den *Chylus* mit unzähligen geformten Theilchen. Als besondere Organe erscheinen am Lymphgefässsysteme die Lymphdrüsen.

1. Vom Herzen.

§. 204.

Das Herz ist ein in vier Abschnitte getheilter starker, musculöser Schlauch, der aussen von einer *Serosa*, dem *Pericardium*, umschlossen wird und als innere Auskleidung das *Endocardium*, eine Fortsetzung der Wandungen der grossen Gefässe, insonderheit der *Intima* besitzt.

Das *Pericardium* weicht in seinem Baue von andern serösen Häuten, dem *Peritonaeum* namentlich, nicht ab. Das äussere Blatt ist bedeutend dicker und nach aussen mehr fibrös, nach innen bis unter das ein- oder zweischichtige Pflasterepithel mit vielen feinen elastischen Netzen versehen. Sehr zahlreich finden sich diese auch in der innern dünnen Schicht, die zum Theil mit der Musculatur sehr innig zusammenhängt, zum Theil, namentlich in den Furchen, durch gewöhnliches Fettgewebe von derselben geschieden ist, welches Fettpolster übrigens nicht selten als eine fast das

ganze Herz überziehende subseröse Lage erscheint. Die Gefässe verhalten sich wie anderwärts, und was die Nerven anlangt, so sind in dem äussern Blatte des Herzbeutels Aestchen vom *Phrenicus* und *Recurrens vagi dextri* nachgewiesen (Luschka). Zottenartige Fortsätze, wie an der *Pleura* (s. §. 170), sah Luschka auch an den Rändern der Herzohren.

Die Muskelfasern des Herzens sind roth und quergestreift, und weichen auf den ersten Blick von denen der willkürlichen Muskeln nicht sehr ab. Doch sind die einzelnen Fasern durchschnittlich um $^1/_3$ dünner (von 9 — 22 μ), häufig deutlicher der Länge als der Quere nach gestreift und ziemlich leicht in Fibrillen und kleine Stückchen (*Sarcous elements*, Bowman) zerfallend; das *Sarcolemma* ist sehr zart oder selbst, wenigstens ohne Reagentien, gar nicht nachzuweisen, und in den Fasern finden sich fast regelmässig kleine Fettkörnchen, die häufig mit den Kernen reihenweise in der Axe derselben angelagert sind oder auch sonst zwischen den Fibrillen sich finden und bei entarteter Musculatur meist ungemein vermehrt und auch gefärbt erscheinen. Mehr noch als hierdurch zeichnet sich aber die Herzmusculatur aus durch die innige Vereinigung ihrer Elemente, welche nicht nur — abgesehen von der innern Herzoberfläche — nirgends deutlich unterschiedene Bündel bilden, vielmehr nur durch spärliches Bindegewebe gesondert überall dicht aneinander sich lagern, sondern auch, wie schon Leeuwenhoek entdeckte und ich wieder fand (cf. p. 102), in ihren Elementen unmittelbar mit einander sich vereinen. Diese Verbindungen der Muskelfasern, die eine allgemeine Eigenthümlichkeit der Herzmusculatur sind, kommen beim Menschen und Säugethierherzen vorzüglich durch kurze, schiefe oder quere, meist schmale Bündel zu Stande und sind ungemein zahlreich, so dass man dieselben in jedem kleinsten Stückchen in Menge trifft. Ausserdem finden sich auch noch wirkliche Theilungen der Fasern, durch welche die Stärke einzelner Muskelbündel bedeutender werden kann, als sie beim Ursprunge war.



Fig. 409.

Der Verlauf der Muskelfasern im Herzen ist ein äusserst verwickelter und kann hier nur in allgemeinen Umrissen geschildert werden. Die Musculaturen der Kammern und Vorkammern sind vollkommen getrennt, haben jedoch beide als vorzüglichste Ursprungsstellen die *Ostia venosa* und *arteriosa* der Kammern. Am erstern Orte sitzen derbe sehnige Streifen, die sogenannten *Annuli fibrocartilaginei*, ein schwächerer in der rechten, ein stärkerer in der linken Kammer, welche im Allgemeinen als am Ansatze der venösen Klappen befindliche Ringe beschrieben werden können, genauer bezeichnet jedoch sowohl vorn rechts und links, als auch hinten von der Aortamündung ausgehen und am vordern Umfange der *Ostia venosa*, sowie am Scheidewandtheile derselben derber sind, daher diese Faserringe auch häufig als zwei vordere bogenförmige und ein hinterer, im *Septum* gelegener und dann in zwei Schenkel sich spaltender Streifen beschrieben werden. Die Faserringe der *Ostia arteriosa* sind bedeutend schwächer als die der *Ostia venosa*, und sitzen am Ursprunge der Semilunarklappen in Gestalt dreier bogenförmig gekrümmter Streifen. An den Vorhöfen finden sich 1) Fasern, die beiden gemeinschaftlich sind, in Form von queren platten Bündeln, die namentlich vorn, dann aber auch oben und hinten von einem *Atrium* auf das andere übergehen und an diesen als Querfasern sich fortsetzen, 2) besondere Fasern. Dieselben bilden einmal an den Mündungen der grossen Venen und an den Spitzen der Herzohren wirkliche Ringe, zweitens unter dem *Endocardium* eine ziemlich mächtige Längsschicht, die von den *Ostia atrioventricularia* entspringt und im rechten Vorhofe eigenthümlich ausgeprägt ist (*Musculi pectinati*).

Fig. 409. Zusammenhängende Primitivbündel aus dem Herzen des Menschen.

Ausserdem finden sich zwischen den letzten Muskeln und auch in den *Auriculae* noch viele kleine, ihres unregelmässigen Verhaltens wegen nicht näher zu beschreibende Bündel. Die Scheidewand ist zum Theil beiden Vorhöfen gemeinschaftlich. Ihre Muskeln entspringen vom vordersten Theile des oberen Randes der Kammerscheidewand unmittelbar hinter der *Aorta* von der *Fibrocartilago posterior*, gehen rechts bogenförmig um die *Fossa ovalis*, in der nur dünne Fasern sich finden, nach oben und hinten herum, um theils an der *Cava inferior* zu enden, theils einen vollständigen Ring zu bilden, während sie auf der linken Seite in der entgegengesetzten Richtung die eiförmige Grube umkreisen.

Die Musculatur der Kammern ist so angeordnet, dass sie überall an der äussern und innern Fläche in sich kreuzender Richtung geht und dazwischen mehr oder weniger deutlich alle Uebergänge der einen in die andere Richtung zeigt. Die Muskelfasern entspringen an den *Ostia venosa* und an der Aorten- und Pulmonalismündung theils unmittelbar, theils kurzsehnig, verlaufen mehr oder weniger schief, zum Theil der Länge nach oder wirklich quer, biegen sich, nachdem sie in der Längs- oder Querrichtung einen Abschnitt der Kammern umkreist haben, wieder um und enden dann theils in den *Musculi papillares* und *Chordae tendineae*, theils setzen sie sich wieder an die erwähnten Ausgangspuncte an, sodass dieselben mithin, ohne von Sehnen unterbrochen zu sein, grosse, in sehr vielen verschiedenen Richtungen verlaufende, fast überall mehr oder weniger um sich gedrehte Schleifen oder Achterzüge beschreiben. Für weitere Einzelnheiten verweise ich auf die Arbeiten von *Ludwig*, *Donders* (ll. cc.) und *mir* (Mikr. Anat.) und die neueren Untersuchungen von *Pettigrew* und *Winkler*.

Das *Endocardium* ist eine weissliche Haut, die alle Unebenheiten und Vertiefungen der inneren Herzoberfläche, auch die Papillarmuskeln und ihre Sehnen und die Klappen überzieht und im linken Vorhofe am entwickeltsten (bis 0,6 mm), am dünnsten in den Kammern ist, so dass hier das Muskelfleisch in seiner natürlichen Farbe erscheint. Bezüglich auf den Bau besteht dasselbe fast überall aus drei Lagen, einem Epithel, einer elastischen Lage, auf welche die verschiedene Dicke des Endocards an verschiedenen Orten beruht, und einer dünnen Bindegewebsschicht. Das erste ist eine einfache, nach *Luschka* auch wohl doppelte Lage von vieleckigen, meist etwas in die Länge gezogenen, hellen, platten, kernhaltigen Zellen von 15—27 μ Länge, die unmittelbar auf der oberflächlichsten Schicht der elastischen Haut aufsitzt, welche so zu sagen aus nichts als sehr feinen, längsverlaufenden Fasern besteht. Das Uebrige dieser mittleren Lage wird von einer gewöhnlichen bindegewebigen Grundlage mit eingestreuten Kernen gebildet, durch welche die reichlichsten feineren und gröberen elastischen Netze sich hindurchziehen, und zwar in den Vorhöfen in solcher Menge und selbst mit wahren gefensterten Häuten (siehe §. 25) gemengt, dass ihr Endocard fast ganz zu einer elastischen, gelben und mehrschichtigen Haut wird. Zu äusserst endlich folgt eine zwar dünne, aber doch in den Kammern wie in den Vorhöfen leicht als Ganzes abzuziehende Bindegewebsschicht, die in den an die elastische Lage grenzenden Theilen noch feine elastische Elemente enthält und als eine die Muskeln und das eigentliche Endocard vereinende, mehr lockere Lage, ähnlich einem subserösen Bindegewebe z. B., sich darstellt. Auf den *Chordae tendineae* besteht das Endocard nur aus dem Epithel und der innersten elastischen Lage, und fehlt die lockere Bindegewebsschicht ganz, die auch auf den *Trabeculae* der rechten Kammer und den *Musc. pectinati* sehr dünn ist.

Die Atrioventricular-Klappen sind von den Faserringen der *Ostia venosa* ausgehende Blätter, an denen man, wo sie dicker sind, eine mittlere, links stärkere Lage von Bindegewebe mit vielen elastischen Netzen, an deren Bildung die Ausstrahlungen der *Chordae tendineae* sehr wesentlich sich betheiligen, und zwei mit derselben verbundene Blätter des *Endocardium* deutlich unterscheidet. Gegen den freien Rand verschmelzen diese drei Lagen nahezu in eine einzige aus Bindegewebe und elastischen

feinen Netzen gebildete, über die dann noch das Epithel herübergeht. — Die **Semilunarklappen** verhalten sich wie die andern Klappen, nur dass sie dünner sind. An den beiderlei Klappen ist der Endocardbeleg der Seite, die im Leben am meisten gespannt wird, stärker. Vom äussersten Saume der mittleren Lage der Atrioventricularklappen entspringen hie und da einzelne Muskelfasern des Vorhofes, dagegen sind die Klappen sonst frei von Muskeln. (Nach *Joseph* dringen diese Muskelfasern bis auf $^1/_3$ der Breite in die genannten Klappen ein und bestehen aus Längs- und Querbündeln.) — In den grösseren *Chordae tendineae* der linken Atrioventricularklappe beobachtete *Oehl* öfters Bündel von Muskelfasern, die ganz selbständige kleine Bäuche bildeten und nach beiden Seiten zugespitzt in das Sehnengewebe der *Chordae* übergingen, hie und da jedoch auch mit Papillarmuskeln zusammenhingen.

Die **Blutgefässe** des Herzfleisches sind sehr zahlreich, weichen jedoch in nichts von denen quergestreifter Muskeln ab (§. 89), ausser dass die Capillaren wegen der Dünne der Muskelfasern oft mehrere derselben zusammen umspinnen. Das *Endocardium* ist in seiner Bindegewebslage ziemlich reich an Gefässen, dagegen erstrecken sich dieselben nur spärlich in das eigentliche Endocard hinein. In den Atrioventricularklappen sieht man leicht bei Thieren, aber auch beim Menschen (cf. *Luschka* l. c. S. 182 und Fig. 5) einige Gefässchen, die zum Theil von den Papillarmuskeln, vorzüglich aber von der Basis her an sie gelangen und zum Theil selbst in dem eigentlichen Endocardiumüberzug derselben, jedoch spärlich sich verbreiten. Auch die Semilunarklappen sollen nach *Luschka* beständig Gefässe enthalten. — **Lymphgefässe** finden sich an der äussern Platte des Herzbeutels nur wenige, dagegen sind dieselben unter dem innern Blatte des Pericards auf dem Muskelfleische in reichlicher Menge vorhanden und lassen sich schon dadurch leicht nachweisen, dass man das Herz einige Tage in Wasser liegen lässt, wie schon *Cruikshank* empfiehlt. Ihre Stämme sammeln sich in den Furchen, verlaufen mit den Blutgefässen und enden in den Drüsen hinter und unter dem *Arcus aortae* an der Theilung der *Trachea*, wohin auch die der Lunge sich begeben. Auch die Herzsubstanz und das Endocard besitzen Lymphgefässe (*Luschka*, *Eberth* und *Belajeff*) und haben die letztgenannten Forscher die des Endocards, die von 10—250 μ messen, den Bau von Capillaren haben und weitmaschige Netze bilden, beim Kalbe bis auf 1 Cm vom Rande in die venösen Klappen verfolgt und auch in den *Semilunares* am festgewachsenen Theile da und dort noch einige vereinzelte Lymphröhren gesehen. Die **Nerven** des Herzens sind zahlreich und stammen aus dem namentlich vom *Vagus* und *Sympathicus* gebildeten **Herzgeflechte**, *Plexus cardiacus*, unter und hinter dem Aortenbogen. Dieselben treten als schwächerer *Plexus coronarius dexter* und stärkerer *Pl. sinister* mit den Gefässen an die rechte und linke Kammer und Vorkammer, verlaufen theils mit den Gefässen, theils verschiedentlich dieselben kreuzend, nach der Herzspitze und senken sich, nachdem sie viele, meist spitzwinklige Verbindungen unter einander eingegangen haben, an verschiedenen Orten, zum Theil schon in der Kranzfurche, in das Muskelfleisch ein, um theils in demselben zu enden, theils bis in die Bindegewebsschicht des *Endocardium* zu gelangen. Die Herznerven des Menschen sind mehr grau und enthalten, die allerstärksten ausgenommen, nur feine und sehr blasse Nervenröhren, diese jedoch in grosser Zahl und mit nicht gerade sehr vielen kernhaltigen Fasern gemengt. Obschon die Nerven selbst im *Endocardium* noch dunkelrandig und ziemlich häufig sind, so ist es doch auch hier, ebensowenig als in dem Muskelfleische, bei Säugethieren und beim Menschen bisher möglich gewesen, ihre Endigungen zu entdecken, dagegen habe ich vor einigen Jahren beim **Frosche** die letzten Ausläufer der Herznerven in Gestalt **blasser, kernhaltiger, verästelter und frei endender Fasern aufgefunden**. — Ganglien finden sich nicht bloss im Herzgeflechte an verschiedenen Orten, sondern, wie *Remak* beim Kalbe entdeckte, auch in der Muskelsubstanz der Kammer und Vorkammer, was auch für den Menschen und andere Thiere gilt. Am genauesten kennt man diese Ganglien

beim Frosche, wo sie besonders in der Scheidewand und an der Grenze der Kammern und Vorkammern sitzen, nur unipolare Zellen enthalten und in keinerlei Verbindung mit den Elementen des *Vagus* stehen, sondern ebenso wie diese ihre Endigungen unmittelbar an die Herzmuskeln abgeben. Die besonders von *Lee* hervorgehobenen kleinen spindelförmigen Anschwellungen an den äussern Nervenästen der Säuger sind keine Ganglien, sondern Verdickungen des *Neurilems*.

Die Muskelfasern des Herzens, deren netzförmige, schon *Leeuwenhoek* bekannte Verbindungen, von mir wieder aufgefunden wurden, galten früher als den Muskelfasern der Stammesmuskeln gleichwerthig; in Folge einer genaueren Prüfung der beiderlei Elemente auf ihren Bau und Entwickelung haben sich jedoch in neuerer Zeit die Beziehungen derselben zu einander bestimmter feststellen lassen. So ergab sich, dass, während die Muskelfasern der willkürlichen Muskeln aus sehr langen, vielkernigen Zellen bestehen, die des Herzens der Säuger aus innig vereinten kurzen, einkernigen Elementen sich zusammensetzen (*ich*, *Weismann*). Durch *Weismann* wurde dann ferner der wichtige Nachweis geliefert, dass die Herzmuskelfasern der niedern Wirbelthiere, die man bisher für einfache Gebilde gehalten hatte, nichts als Bündel spindelförmiger, quergestreifter, einkerniger Faserzellen sind, welche Angaben von *Gastaldi* und *mir* als vollkommen richtig erfunden wurden, indem es in der That durch *Kali* und *Natron caust.* von 35 Proc. äusserst leicht gelingt, die Herzfasern der Fische und des Frosches in quergestreifte Spindelzellen zu zerlegen. Gestützt auf diese Erfahrungen wurde dann besonders bei Säugern die Art und Weise der Vereinigung der kürzeren Bildungszellen zu den anastomosirenden Muskelfasern weiter geprüft, doch gingen hier die Ansichten etwas auseinander. Nach *Gastaldi* nämlich, dessen Untersuchungen sich jedoch nur auf die Vögel beziehen und auch hier nichts weniger als eine vollkommene Reihe bilden, indem die nachembryonalen Stadien nur in Bruchstücken untersucht wurden, sollen die Bildungszellen der Herzmuskeln nie mit einander verschmelzen und die Muskelfasern dieses Organes in späterer Zeit nichts als verlängerte mehrkernige Zellen sein. *Weismann* dagegen lässt, wie ich schon vor ihm annahm, die Zellen verschmelzen und so die Anastomosen der Muskelfasern sich erzeugen, mir gegenüber hebt er jedoch mehr auch die seitlichen Verschmelzungen der Zellen hervor, ohne sich jedoch bestimmt über den Antheil zu äussern, den solche an der Bildung der Muskelfasern haben. Auch *Aeby* spricht sich gegen *Gastaldi* aus und glaubt sowohl durch eine Untersuchung der *Purkinje*'schen Muskelfäden im Endocard (s. unten) als der gewöhnlichen Muskelfasern des Herzens den Beweis geleistet zu haben, dass wirklich eine Verschmelzung der musculösen Bildungszellen vorkömmt. Hierbei hat er aber auch zugleich die wichtige Thatsache gefunden, dass die Verschmelzung dieser Zellen oft keine sehr innige ist und dass häufig auch noch in späterer Zeit, ja selbst bei Erwachsenen die Grenzen der ursprünglichen Zellen als »Scheidewände« in den Muskelfasern sich erhalten. In Uebereinstimmung hiermit wurde dann von mir gezeigt (4. Aufl. S. 584), dass es beim Menschen und Ochsen gelinge, durch starke Kalilösung aus dem Herzfleische kurze einkernige Bruchstücke zu erhalten, die kaum etwas anderes sein können, als die ursprünglichen Bildungszellen, nur fügte ich bei, dass, alles zusammen genommen, das Gewicht wohl besonders darauf zu legen sein werde, dass das Herz aller Thiere mehr aus embryonalen kurzen Muskelzellen bestehe. Bei niedern Wirbelthieren seien dieselben wenig oder gar nicht verschmolzen und bildeten starke secundäre Bündel. Bei Vögeln und Säugern dagegen sei die Verschmelzung eine innigere und stellten dieselben nur einfache, netzförmig verbundene Reihen dar, von denen jeder einzelne Theil, so weit er einer ganzen Zelle entspreche, einem einfachen Primitivbündel anderer Muskeln gleichwerthig sei.

An dieser Auffassung halte ich auch jetzt noch fest, obschon *Eberth* in neuester Zeit eine Verschmelzung der Bildungszellen des Herzens auch für die höheren Wirbelthiere gänzlich in Abrede stellt, wobei er theils auf die von *Aeby* und *mir* hervorgehobenen Thatsachen sich stützt, theils auf die Entdeckung, dass durch Höllenstein die Grenzen der fraglichen Zellen deutlich gemacht werden können. Soviel kann ich zwar *Eberth* wohl zugestehen, dass die Verschmelzung eine noch weniger innige ist, als *Aeby* und *ich* uns vorgestellt haben, denn das, was *E.* über die durch Silber deutlich zu machenden Zellengrenzen mittheilt, kann ich vollkommen bestätigen, auf der andern Seite kann aber auch

nicht bezweifelt werden, dass die Zellen in den Herzen der Säuger und des Menschen in einer ganz andern Weise vereinigt sind als beim Frosche und den Fischen. Man vergleiche nur einmal das embryonale und das ausgebildetere Herz der Säuger und beachte die Leichtigkeit, mit der dort die Bildungszellen sich einzeln darstellen, während diess hier nur durch Anwendung so eingreifender Mittel wie des Kali gelingt (nur bei der sog. braunen Muskelatrophie beobachtete *Eberth* ohne Reagentien einen Zerfall der Muskelfasern in Zellen). Ferner zeigen die *Purkinje*'schen Fäden des Endocards, die an gewissen Stellen aus scharf gesonderten Muskelzellen bestehen, an andern alle Uebergänge der Verschmelzung in Fasern zeigen, äuserst deutlich, welche Veränderungen die ursprünglichen Elemente im Herzen erleiden. Endlich bin ich auch gegen *Eberth* der Meinung, dass an gewissen Stellen wirkliche Verschmelzungen vorkommen, und halte ich viele der von ihm einfach als zweikernige Zellen beschriebenen Elemente für verschmolzene, wie seine Figg. 6, 7, 9, 12. 13, 15, 18, 19.

Ausserdem weiche ich nun noch in einem Puncte von *Eberth* ab, indem ich behaupte, dass die Muskelzellen des Herzens zu anastomosirenden schmaleren Muskelfäden sich verbinden, *E.* dagegen nur eine Vereinigung derselben zu grösseren Massen annimmt. Ich will das Vorkommen des letzteren Verhaltens, das ja von den *Purkinje*'schen Fäden schon lange bekannt ist, nicht bezweifeln und mag dasselbe besonders in gewissen dichteren Stellen des Herzfleisches sich finden, auf der andern Seite aber stehe ich für das Vorkommen der Netze an sehr vielen Orten bestimmt ein.

Ueber das *Sarcolemma* der Herzmuskelfasern geht auch in neuester Zeit der alte Streit fort. *Eberth* läugnet dasselbe und *Winkler* nimmt es an, doch ist, was der letztere als *Sarcolemma* bezeichnet, offenbar z. Th. nichts als *Perimysium internum*.

In Betreff der mehrfach erwähnten *Purkinje*'schen Fäden des Endocards bemerke ich nur so viel, dass diese von *P.* entdeckten, aber nicht richtig gedeuteten Gebilde von *mir* zuerst als Reihen von Muskelzellen mit querstreifigem, die Zellmitte, wo der Kern sitzt, frei lassendem Inhalte nachgewiesen wurden. Diese Fäden stellen eine embryonale, aber mit Bezug auf Grösse der Zellen eigenthümlich entwickelte Form der Muskelfasern des Herzens dar und zeigen mannigfache Uebergänge zu Fasern mit verschmolzenen Zellen. Es finden sich diese Fäden, die im Endocard und zum Theil auch im Herzfleische selbst anastomosirende Züge bilden, beim Schafe, Rinde, Pferde und Schweine (*Purkinje*), auch beim Hunde, der Katze, dem Igel, Marder und Huhne (*Aeby*), ferner bei der Gans und Taube (*Obermeier*). Vermisst wurden sie beim Menschen, Kaninchen, der Maus, dem Maulwurfe (*Aeby*), bei der Katze, dem Hasen, dem Frosche (*Obermeier*). Für weitere Einzelnheiten verweise ich auf meine Mikr. Anat. und die Arbeiten von *Hessling*, *Reichert*, *Aeby* und *Obermeier*.

Die beiden grossen Arterien des Herzens verhalten sich mit Bezug auf den Ursprung der Muskelfasern etwas verschieden, wie *Donders* richtig bemerkt. Während nämlich die *Art. pulmonalis* im ganzen Umfange als Ursprungsquelle solcher dient, bleibt bei der *Aorta* die Seite, die sich in den einen Zipfel der *Mitralis* fortsetzt, frei. Hier grenzt dann natürlich auch der arterielle an den venösen Faserring. Dieser Stelle gegenüber befindet sich dicht unter dem Faserringe der *Aorta*, der hier mit der Scheidewand der Kammern sich verbindet, eine kleine durchsichtige Stelle des *Septum*, die, wie *Reinhard* nachgewiesen hat, zuerst *Th. B. Peacock* als etwas Normales bekannt war. An dieser Stelle, die etwas später auch von *Hauska* beschrieben wurde, wird das *Septum* nur von einer Fortsetzung des *Annul. fibrosus* der *Aorta* und beiden Endocardschichten der Kammern gebildet (*Donders*, *Luschka*). — Die fibrösen Ringe enthalten, wie *Donders* zuerst gezeigt hat, neben Bindegewebe und elastischen Fasern auch viele sternförmige Zellen. — An den Semilunarklappen des Herzens, besonders der *Aorta*, finden sich hie und da auf der Kammerfläche kleine zottenartige Auswüchse (*Luschka*, *Lambl*). In solchen Bildungen hat *Luschka* einen Zusammenhang von oberflächlichen Zellen, die er als Epithelzellen deutet, durch fadenförmige Ausläufer mit tiefer gelegenen Bindegewebskörperchen wahrgenommen.

Das feinere Verhalten der Nerven des Herzens ist von mir am Herzen des Frosches geprüft worden und hat sich hierbei Folgendes ergeben. Das Froschherz erhält zweierlei Nervenfasern, und zwar erstens Ganglienfasern aus den im Innern desselben liegenden Ganglien, und zweitens die Verästelungen der *Rami cardiaci* der *Vagi*, von denen jeder einen abgibt. Die Ganglien des Herzens in der Vorhofsscheidewand und an der

Kammermündung, die in ihrem gröbern Verhalten durch *Bidder*'s Untersuchungen hinlänglich bekannt sind, enthalten nur unipolare Zellen, deren Fortsätze alle in feine dunkelrandige Fasern übergehen und im Herzfleische sich ausbreiten, so zwar, dass die Ventricularganglien, wie es scheint, ausschliesslich die Kammer, die Scheidewandganglien, die Vorhöfe und den Venensinus versorgen. Da und dort gelingt es, eine Ganglienfaser in ihrer Ausbreitung zu verfolgen und dann überzeugt man sich, dass dieselbe nach und nach blass wird und schliesslich in eine zarte blasse kernhaltige Faser sich fortsetzt, wie sie auch in den Endigungen der Nerven in den quergestreiften Muskeln sich finden. Die Vagusäste des Herzens gehen keinerlei Verbindungen mit den Ganglienzellen ein, sondern verlaufen ganz und gar für sich, indem sie die Ganglien nur durchsetzen, und enden zum Theil im Vorhofe, zum Theil in der Kammer. In der letztern gehen sie mit dunkelrandigen feinen Fasern etwa bis zur Mitte derselben, von da an werden die Fasern, wie auch im Vorhofe, an den Endigungen blass, zart und kernhaltig und gewinnen vollkommen das Ansehen der Enden der Ganglienfasern. Die grosse Mehrzahl der blassen kernhaltigen Fasern der beiden Nervengebiete des Herzens endet an und in den secundären Muskelbündeln des Organes, und findet man an Herzen, die in verdünnter Essigsäure lagen, mit Leichtigkeit, so zu sagen in jedem abgeschnittenen Bündel, Nervenenden. Diese Enden haben die grösste Uebereinstimmung mit denen der Nerven der quergestreiften Muskeln beim Frosche, und stellen Verästelungen der blassen Fasern mit Kernen im Verlaufe und an den Theilungsstellen und mit freien Endausläufern dar. Zu bemerken ist nur, dass die Zahl der Aeste und Enden keine grosse ist und dass höchst wahrscheinlich nicht jede einzelne Faserzelle eines Bündels ihre besondere Endigung besitzt. — Diesem zufolge gehen die Vagusfasern und die Ganglienfasern des Herzens auf jeden Fall jede für sich zum Herzfleische, und wird die Physiologie nicht umhin können, jene Theorien gänzlich zu verlassen, welche den Vagusfasern einen unmittelbaren Einfluss auf die Ganglien des Herzens zuschreiben. Diese meine Angaben, die aus dem Jahre 1862 herrühren, sind ein Jahr später von *Beale* angegriffen worden (*Phil. Trans.* Vol. CLIII. p. 561). Was jedoch die wichtigste Thatsache betrifft, dass die Vagusfasern keine Verbindungen mit den Ganglienzellen eingehen, so bringt *Beale* keine einzige Thatsache, sondern nur Vermuthungen vor, denen Niemand weiter Gewicht zuschreiben wird. Von den Ganglienzellen läugnet er, dass sie unipolar seien, hiermit hat er jedoch nichts anderes im Auge, als dass an denselben die oben schon (S. 254) besprochenen Spiralfasern vorkommen, deren Deutung, wie wir sahen, nichts weniger als ausgemacht ist, und deren nervöse Natur *Beale* ebenso wenig als sonst Jemand bis anhin bewiesen hat.

2. Von den Blutgefässen.

§. 205.

Die Blutgefässe zerfallen in Bezug auf ihren Bau in Pulsadern oder Arterien, Haargefässe oder Capillaren und Blutadern oder Venen, doch sind diese drei Abtheilungen keineswegs durch scharfe Grenzen von einander getrennt, insofern als die Capillaren auf der einen Seite ebenso unmerklich in die Venen sich fortsetzen, als sie auf der andern aus den Arterien hervorgehen, wogegen allerdings die beiderlei grösseren Gefässe, wenn auch in der Anlage im Allgemeinen übereinstimmend gebaut, doch in manchen Puncten scharf und bestimmt sich unterscheiden.

Ueber die Gewebe, welche in die Zusammensetzung der Gefässe eingehen, und ihre Anordnung ist im Allgemeinen Folgendes zu bemerken. Während die ächten Haargefässe nur eine einzige aus abgeplatteten Zellen gebildete Haut besitzen, welche der innersten Lage oder dem Epithel der grösseren Gefässe entspricht, ist in den grösseren Gefässen mit wenigen Ausnahmen die Zahl der Hauptlagen auf drei vermehrt, welche am passendsten als Innenhaut, *Tunica intima*, mittlere oder Ringfaserhaut, *T. media*, und als äussere Haut, *T. externa s. adventitia*, bezeichnet werden. In diesen Häuten finden sich von den Fasergeweben des Körpers vor Allem das elastische und glatte Muskelgewebe, dann aber auch das Bindegewebe

und selbst die quergestreiften Muskeln vertreten, ausserdem kommen aber auch noch Epithelien, eigenthümliche gleichartige Häute, Gefässe und selbst Nerven vor, so dass, um so mehr da auch die verbreiteteren Gewebe in sehr verschiedenen Formen erscheinen, eine Verwickelung des Baues entsteht, welche eine allgemeine Schilderung fast unmöglich macht und nur durch genaues Verfolgen der einzelnen Abschnitte aufzuhellen ist. — Die Anordnung und Vertheilung dieser Gewebe anlangend, so haben dieselben ein sehr ausgesprochenes Bestreben zur Schichtenbildung und zur Annahme einer in den verschiedenen Lagen bestimmten Richtung des Verlaufes, doch geht die erstere selten bis zur wirklichen Selbständigkeit der einzelnen Lagen und erleidet auch die letztere, obschon seltener, ihre Ausnahmen. Die *Membrana intima* ist die schwächste Gefässlage und besteht ohne Ausnahme aus einer Zellenlage, dem Gefässepithel, meist auch aus einer elastischen Haut, mit vorwiegender Längsrichtung der Fasern, zu der dann noch andere Lagen dieser oder jener Art sich gesellen können, welche ebenfalls fast ohne Ausnahme die Längsrichtung inne halten. Die *Media* ist meist eine starke Lage und vorzüglich der Sitz der queren Elemente und der Muskeln, enthält jedoch bei den Venen auch viele Längsfasern und führt bei allen grösseren Gefässen auch mehr oder weniger elastische Elemente und Bindegewebe. Die *Adventitia* endlich hat wieder vorwiegend Längsfaserung, ist ebenso stark oder stärker als die *Media* und besteht meist nur aus Bindegewebe und elastischen Netzen.

Verfolgt man die einzelnen Gewebe der Gefässhäute etwas genauer, so zeigt sich, dass das Bindegewebe fast überall als vollkommen entwickeltes mit feinen und stärkeren Bündeln und deutlichen Fibrillen auftritt. Nur in den kleinsten Arterien und Venen wird dasselbe durch ein undeutlich faseriges Gewebe mit spindelförmigen Bindegewebskörperchen ersetzt und geht schliesslich in ganz gleichartige, hie und da zellenhaltige zarte Häute über. Das elastische Gewebe erscheint nirgends im Körper in so mannichfacher Gestalt, wie gerade in den Gefässen. Von weitmaschigen, lockeren Netzen der feinsten, mitteldicken und stärksten Fasern (Fig. 410), bis zu den engsten, dichtesten, hautartig ausgebreiteten Geflechten von solchen finden sich hier alle Uebergänge, und ausserdem zeigen sich auch noch alle Umwandlungsgrade der letztern oder der elastischen Netzhäute in wirkliche elastische Häute, die entweder noch in einem sie durchziehenden elastischen, mehr oder weniger verschwindenden Fasernetze und spärlichen Lücken ihre Abstammung zur Schau tragen (Fig. 30 *a*) oder stellenweise oder ganz zu vollkommen gleichartigen, mit mehr oder weniger Lücken versehenen Platten umgewandelt sind (Fig. 411). — Quergestreifte Muskelfasern von derselben Beschaffenheit, wie im Herzen, kommen nur an den Einmündungen der grössten Venen ins Herz vor, dagegen sind glatte Muskeln

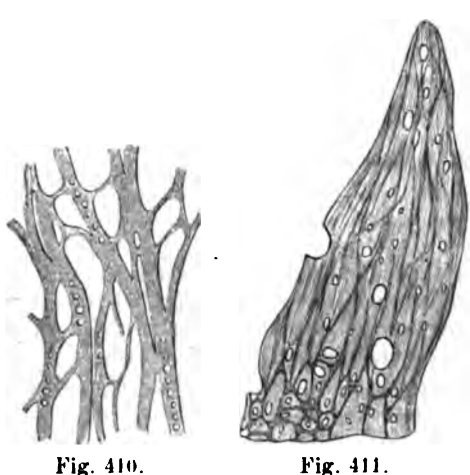

Fig. 410. Fig. 411.

Fig. 410. Elastisches Netz aus der *Tunica media* der *Art. pulmonalis* des Pferdes mit Löchern in den Fasern, 350 mal vergr.

Fig. 411. Elastische Membran aus der *Tunica media* der *Art. poplitaea* des Menschen. Andeutung von Fasernetzen. 350 mal vergr.

iliacae, *crurales*, an den Lebervenen. Dieselben stammen ebenfalls vom *Sympathicus* und den Rückenmarksnerven, und sind mit Bezug auf ihre Endigungen noch nicht erforscht. Nach *Luschka* sollen dieselben bis in die innerste Gefässhaut sich erstrecken, was mir noch nicht zu beobachten gelang.

Das feinere Verhalten der Gefässnerven ist, von vereinzelten früheren Beobachtungen abgesehen (s. meine Mikr. Anat. II. 1. S. 532. 533), zuerst von mir an den Gefässen der Froschmuskeln beschrieben worden. Ich fand hier (Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XII. S. 160) zarte, blasse, kernhaltige, hie und da sich theilende Fäden genau von derselben Beschaffenheit wie die sensiblen Fasern der Muskeln, und sah auch in Einem Falle den Abgang einer solchen Gefässnervenfaser von einer sensiblen, dunkelrandigen Faser. Beobachtet wurden diese wahrscheinlich sensiblen Gefässnerven, deren letzte Endigung mir unbekannt blieb, in der *Adventitia* an kleinen Arterien und Venen, jedoch lange nicht an allen, und dann auch an Uebergangsgefässen der arteriellen Seite, die keine Muskeln mehr hatten. Später fanden *His* und *Beale* (*Phil. Trans.* Vol. CLIII. p. 562) ähnliche blasse, wahrscheinlich grösstentheils als motorisch zu deutende Nervenfäden in der *Adventitia* und *Muscularis* grösserer Arterien und Venen des Frosches, die ein Netz bildeten, welche Beobachtung ich mit *Lehmann* bestätigen kann. Von *Beale* und *Lehmann* wurde auch die wichtige Beobachtung von Ganglien und Ganglienzellen im Verlaufe der Nerven innerhalb der Gefässwände gemacht. Während jedoch *L.* solche Ganglien nur in der *Cava inferior* auffand, will *Beale* dieselben an verschiedenen Orten an Arterien gesehen haben, ohne anzugeben, in welchen Fällen er dieselben innerhalb der Wand selbst antraf. — In wie fern diese Erfahrungen auch für die Säugethiere und den Menschen massgebend sind, werden weitere Untersuchungen zu entscheiden haben, auf jeden Fall aber wird *Beale* kein Recht zustehen, meine negativen Erfahrungen über manche Gefässe höherer Thiere anzuzweifeln, so lange es ihm nicht gelungen ist, an denselben die Nerven aufzudecken, die ich nicht finden konnte.

§. 206.

Die Arterien können, behufs der leichtern Beschreibung, je nachdem die mittlere Haut rein musculös oder aus Muskelfasern und elastischen Fasern gemengt oder vorwiegend elastisch ist, in kleine, mitteldicke und grosse Arterien eingetheilt werden, um so mehr, da Hand in Hand mit den Aenderungen der mittleren Haut in ihrem Baue auch die äussere und innere Haut in manchen Beziehungen wenigstens anders sich gestalten. Allgemeine Eigenschaft der Arterien ist, dass ihre mittlere Haut eine ungemeine Stärke hat, aus vielen regelmässig angeordneten Schichten besteht und mit ihren Elementen vorzüglich der Quere nach verläuft. In den stärksten Arterien ist die *Media* gelb, sehr elastisch und von grosser Mächtigkeit; gegen die Endausbreitungen zu nimmt dieselbe nach und nach an Dicke ab und wird röthlicher und verhältnissmässig reicher an Muskeln, bis sie endlich unmittelbar vor den Capillaren ganz dünn erscheint und dann verschwindet. Die weissliche *Intima* ist immer viel dünner und schwankt innerhalb geringerer Grenzen, richtet sich jedoch ebenfalls nach der Stärke der Gefässe, wogegen die *Adventitia* in den stärksten Arterien bedeutend dünner ist als in denen von mittlerer Stärke, wo sie der *Media* an Dicke oft gleichkommt oder sie noch übertrifft. — Bei der einzelnen Darstellung beginnt man am besten mit den kleinsten Arterien als den im Baue einfachsten, an welche dann leicht die andern sich anschliessen.

Arterien unter 2,2—2,8 mm zeigen mit wenigen Ausnahmen bis nahe an die Capillaren folgenden Bau (Fig. 116). Die *Intima* besteht nur aus zwei Lagen, einem Epithel und einer eigenthümlichen, glänzenden, minder durchscheinenden Haut, die ich die elastische Innenhaut nennen will. Das erste hat ausgezeichnet spindelförmige blasse Zellen mit längsovalen Kernen, welche äusserst leicht im Zusammenhange in ganzen Fetzen, ja selbst als vollkommene Röhre, aber auch einzeln für sich darzustellen sind und einerseits mit den spindelförmigen Bindegewebs-

körperchen jungen Bindegewebes, andererseits mit contractilen Faserzellen eine nicht geringe Aehnlichkeit besitzen, jedoch von den ersteren durch die geringere Zuspitzung ihrer Enden und ihre Blässe, von den letztern durch ihre Steifheit, die nie stabförmigen Kerne und das chemische Verhalten sich unterscheiden. Die elastische Haut (Fig. 417) ist im Mittel 2 μ dick und im Leben unter dem Epithel glatt ausgespannt, wogegen sie in leeren Arterien fast immer eine grössere oder geringere Zahl von meist

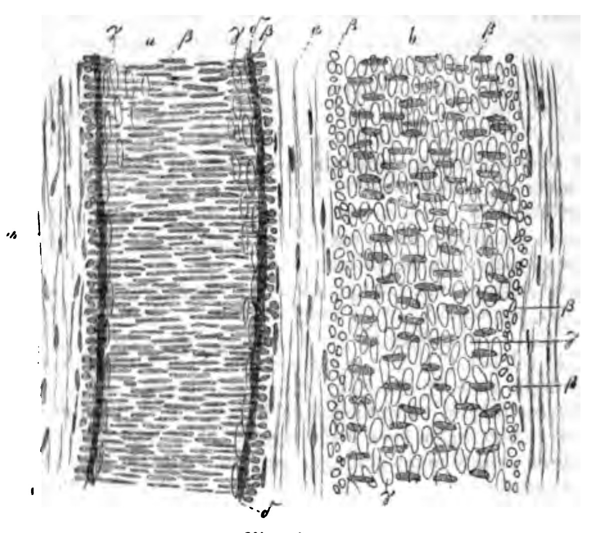


Fig. 416.



Fig. 417.

starken Längsfalten (häufig auch feine zahlreiche Querfältchen) besitzt, die ihr, auch wenn sie vollkommen gleichartig ist, doch ein besonderes längsstreifiges Ansehen geben. Uebrigens erscheint dieselbe fast immer als eine sogenannte **gefensterte** Haut mit verschieden deutlich ausgeprägten netzförmigen Fasern und meist kleinen länglichen Oeffnungen, seltener als ein wirkliches, aber sehr dichtes Netz vorzüglich längsverlaufender elastischer Fasern mit engen, länglichen Spalten, und stimmt in ihrem Ansehen, sowie durch ihre grosse Elasticität und ihr chemisches Verhalten vollkommen mit den elastischen Häuten der *Media* grosser Arterien überein. — Die **mittlere Haut** der kleinen Arterien ist rein **musculös**, ohne die geringste Beimengung von Bindegewebe und elastischen Elementen, und je nach der Grösse der Arterien stärker oder schwächer (bis 68 μ). Ihre zu hautartigen Lagen vereinten Faserzellen lassen sich bis zu Gefässen von 0,22 mm noch ziemlich leicht durch Zerzupfen, an noch kleineren durch Kochen und Erweichen in Salpetersäure von 20 Proc. oder durch starke Kalilösung darstellen, und ergeben sich als 45—68 μ lange, 1,5—5,6 μ breite zierliche Faserzellen. — Die *Adventitia* besteht aus Bindegewebe und feinen elastischen Fasern, und ist meist so stark wie die *Media* oder selbst etwas stärker.

Fig. 416. Eine Arterie (*a*) von 140 μ und Vene (*b*) von 150 μ aus dem *Mesenterium* eines Kindes, mit Essigsäure, 350 mal vergr. *α*. *Tunica adventitia* mit länglichen Kernen von Bindegewebskörperchen, *β*. Kerne der contractilen Faserzellen der *Media*, zum Theil von der Fläche, zum Theil im scheinbaren Querschnitte, *γ*. Kerne der Epithelzellen. *δ*. elastische Längsfaserhaut.

Fig. 417. Elastische Innenhaut mit Löchern aus der *Aorta* eines fünfmonatlichen menschlichen Embryo. 350 mal vergr.

Der geschilderte Bau gilt bis zu Arterien von 0,28 mm, weiter gegen die Capillaren zu ändert sich derselbe jedoch immer mehr (Fig. 418). Schon an Arterien von 0,22 mm enthält die *Adventitia* kein elastisches Gewebe mehr, nur noch Bindegewebe mit länglichen Zellen, das anfänglich noch faserig ist, später jedoch, obschon immer noch Zellen führend, mehr gleichartig erscheint und schliesslich eine dünne, wirklich vollkommen gleichartige Hülle darstellt, die an Gefässen unter 15 μ ganz verschwindet. Die Ringfaserhaut hat an Arterien unter 0,22 mm, bis zu solchen von 0,08 mm noch drei und zwei Lagen von Muskeln und 11—18 μ Mächtigkeit, an kleineren nur noch Eine Lage, deren Elemente zugleich immer kürzer werden und zuletzt an Gefässen zwischen 68 und 15 μ nur noch kurze, längliche oder länglichrunde Zellen von 13—33 μ mit kürzeren Kernen darstellen. Bis zu Gefässchen von 27 μ bilden diese mehr jugendlichen Formen von contractilen Faserzellen noch eine zusammenhängende Schicht, dann aber treten sie allmählich auseinander (s. die Fig. bei den Capillaren) und verlieren sich ganz. Die *Intima* lässt bis zu Gefässen von 62 μ eine elastische Innenhaut erkennen, die freilich bei ihrem ersten Auftreten sehr zart ist und erst bei Arterien von 130—180 μ ganz entwickelt erscheint. Dagegen lässt sich das Epithel bis zu den kleinsten Arterien verfolgen und geht unmittelbar in die Zellenhaut der Capillaren über (s. unten).

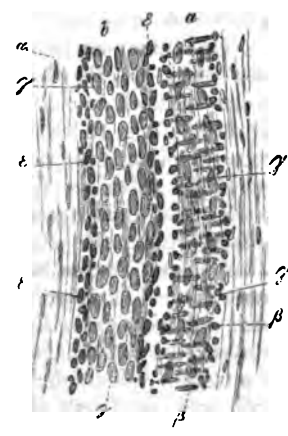


Fig. 418.

Mitteldicke Arterien über 2,2—2,8 mm bis zu solchen von 4—7 mm zeigen anfänglich in der äussern und innern Lage keine grossen Veränderungen, dagegen wird die *Media* nicht nur mit der Zunahme der Gefässe immer dicker (von 110—270 μ), sondern auch im Baue verändert. Es treten nämlich neben den immer zahlreicheren Muskellagen, deren Elemente noch durchaus dieselben sind, wie früher, auch feine elastische Fasern in derselben auf, welche, zu weitmaschigen Netzen geeint, anfangs für sich allein mehr regellos durch die Muskelelemente verlaufen, in grösseren Gefässen dieser Abtheilungen dagegen von etwas Bindegewebe begleitet sind und hie und da die Neigung zeigen, in besonderen Schichten mit den Muskellagen zu wechseln, ohne jedoch die Natur eines durch die ganze *Media* zusammenhängenden Netzes aufzugeben. So verliert nun die *Media* ihren ausgezeichnet musculösen Bau, doch ist zuzugeben, dass die Muskelfasern auch hier immer noch bedeutend das Uebergewicht behalten. — Die *Intima* der mittelstarken Arterien hat zwischen der elastischen Innenhaut, die häufig, wie z. B. an den Arterien der Hirnbasis des Menschen, aus zwei Lagen besteht, und dem Epithel nicht selten noch mehrere Lagen, unter denen die oben geschilderten streifigen Schichten die auffallendsten sind. Dieselben bilden mit weiter

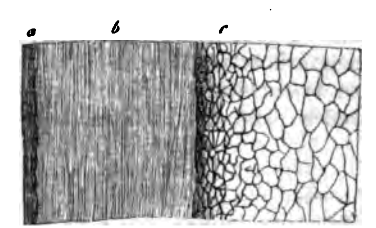


Fig. 419.

Fig. 418. Eine Arterie (*a*) von 22 μ und eine Vene (*b*) von 33 μ aus dem *Mesenterium* eines Kindes, 350 mal vergr., mit Essigsäure. Die Buchstaben wie Fig. 416, *ε*. *Media* der Vene aus zellenführendem Bindegewebe.

Fig. 419. Querschnitt der *Art. profunda femoris* des Menschen, 20 mal vergr. *a*. *Intima* mit der elastischen Lage (das Epithel ist nicht sichtbar), *b*. *Media* ohne elastische Lagen, aber mit feinen elastischen Fasern, *c*. *Adventitia* mit elastischen Netzen und Bindegewebe.

körperchen jungen Bindegewebes, andererseits mit contractilen Faserzellen eine nicht geringe Aehnlichkeit besitzen, jedoch von den ersteren durch die geringere Zuspitzung ihrer Enden und ihre Blässe, von den letztern durch ihre Steifheit, die nie stabförmigen Kerne und das chemische Verhalten sich unterscheiden. Die elastische Haut (Fig. 417) ist im Mittel 2 μ dick und im Leben unter dem Epithel glatt ausgespannt, wogegen sie in leeren Arterien fast immer eine grössere oder geringere Zahl von meist

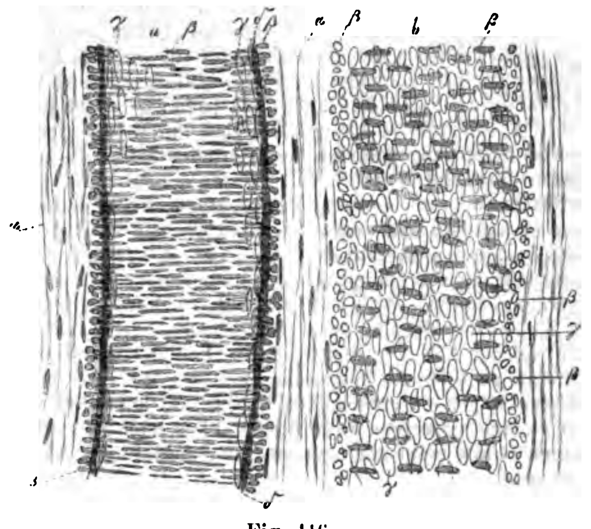


Fig. 416.



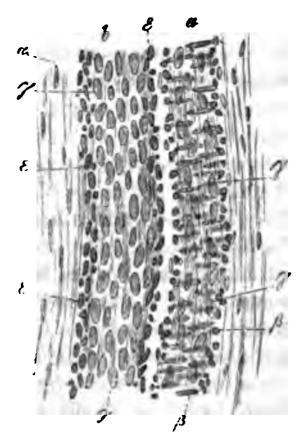
Fig. 417.

starken Längsfalten (häufig auch feine zahlreiche Querfältchen) besitzt, die ihr, auch wenn sie vollkommen gleichartig ist, doch ein besonderes längsstreifiges Ansehen geben. Uebrigens erscheint dieselbe fast immer als eine sogenannte **gefensterte** Haut mit verschieden deutlich ausgeprägten netzförmigen Fasern und meist kleinen länglichen Oeffnungen, seltener als ein wirkliches, aber sehr dichtes Netz vorzüglich längsverlaufender elastischer Fasern mit engen, länglichen Spalten, und stimmt in ihrem Ansehen, sowie durch ihre grosse Elasticität und ihr chemisches Verhalten vollkommen mit den elastischen Häuten der *Media* grosser Arterien überein. — Die **mittlere** Haut der kleinen Arterien ist rein **musculös**, ohne die geringste Beimengung von Bindegewebe und elastischen Elementen, und je nach der Grösse der Arterien stärker oder schwächer (bis 68 μ). Ihre zu hautartigen Lagen vereinten Faserzellen lassen sich bis zu Gefässen von 0,22 mm noch ziemlich leicht durch Zerzupfen, an noch kleineren durch Kochen und Erweichen in Salpetersäure von 20 Proc. oder durch starke Kalilösung darstellen, und ergeben sich als 45—68 μ lange, 1,5—5,6 μ breite zierliche Faserzellen. — Die *Adventitia* besteht aus Bindegewebe und feinen elastischen Fasern, und ist meist so stark wie die *Media* oder selbst etwas stärker.

Fig. 416. Eine Arterie (a) von 140 μ und Vene (b) von 150 μ aus dem *Mesenterium* eines Kindes, mit Essigsäure. 350mal vergr. α. *Tunica adventitia* mit länglichen Kernen von Bindegewebskörperchen, β. Kerne der contractilen Faserzellen der *Media*, zum Theil von der Fläche, zum Theil im scheinbaren Querschnitte, γ. Kerne der Epithelzellen. δ. elastische Längsfaserhaut.

Fig. 417. Elastische Innenhaut mit Löchern aus der *Aorta* eines fünfmonatlichen menschlichen Embryo. 350 mal vergr.

Der geschilderte Bau gilt bis zu Arterien von 0,28 mm, weiter gegen die Capillaren zu ändert sich derselbe jedoch immer mehr (Fig. 418). Schon an Arterien von 0,22 mm enthält die *Adventitia* kein elastisches Gewebe mehr, nur noch Bindegewebe mit länglichen Zellen, das anfänglich noch faserig ist, später jedoch, obschon immer noch Zellen führend, mehr gleichartig erscheint und schliesslich eine dünne, wirklich vollkommen gleichartige Hülle darstellt, die an Gefässen unter 15 μ ganz verschwindet. Die Ringfaserhaut hat an Arterien unter 0,22 mm, bis zu solchen von 0,08 mm noch drei und zwei Lagen von Muskeln und 11—18 μ Mächtigkeit, an kleineren nur noch Eine Lage, deren Elemente zugleich immer kürzer werden und zuletzt an Gefässen zwischen 68 und 15 μ nur noch kurze, längliche oder länglichrunde Zellen von 13—33 μ mit kürzeren Kernen darstellen. Bis zu Gefässchen von 27 μ bilden diese mehr jugendlichen Formen von contractilen Faserzellen noch eine zusammenhängende Schicht, dann aber treten sie allmählich auseinander (s. die Fig. bei den Capillaren) und verlieren sich ganz. Die *Intima* lässt bis zu Gefässen von 62 μ eine elastische Innenhaut erkennen, die freilich bei ihrem ersten Auftreten sehr zart ist und erst bei Arterien von 130—180 μ ganz entwickelt erscheint. Dagegen lässt sich das Epithel bis zu den kleinsten Arterien verfolgen und geht unmittelbar in die Zellenhaut der Capillaren über (s. unten).


Fig. 418.

Mitteldicke Arterien über 2,2—2,8 mm bis zu solchen von 4—7 mm zeigen anfänglich in der äussern und innern Lage keine grossen Veränderungen, dagegen wird die *Media* nicht nur mit der Zunahme der Gefässe immer dicker (von 110—270 μ), sondern auch im Baue verändert. Es treten nämlich neben den immer zahlreicheren Muskellagen, deren Elemente noch durchaus dieselben sind, wie früher, auch feine elastische Fasern in derselben auf, welche, zu weitmaschigen Netzen geeint, anfangs für sich allein mehr regellos durch die Muskelelemente verlaufen, in grösseren Gefässen dieser Abtheilungen dagegen von etwas Bindegewebe begleitet sind und hie und da die Neigung zeigen, in besonderen Schichten mit den Muskellagen zu wechseln, ohne jedoch die Natur eines durch die ganze *Media* zusammenhängenden Netzes aufzugeben. So verliert nun die *Media* ihren ausgezeichnet musculösen Bau, doch ist zuzugeben, dass die Muskelfasern auch hier immer noch bedeutend das Uebergewicht behalten. — Die *Intima* der mittelstarken Arterien hat zwischen der elastischen Innenhaut, die häufig, wie z. B. an den Arterien der Hirnbasis des Menschen, aus zwei Lagen besteht, und dem Epithel nicht selten noch mehrere Lagen, unter denen die oben geschilderten streifigen Schichten die auffallendsten sind. Dieselben bilden mit weiter

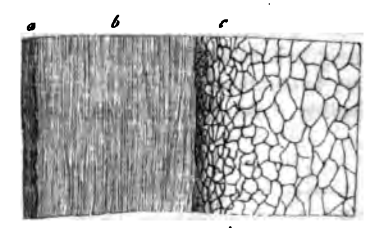


Fig. 419.

Fig. 418. Eine Arterie (*a*) von 22 μ und eine Vene (*b*) von 33 μ aus dem *Mesenterium* eines Kindes, 350mal vergr., mit Essigsäure. Die Buchstaben wie Fig. 416, *ε*. *Media* der Vene aus zellenführendem Bindegewebe.

Fig. 419. Querschnitt der *Art. profunda femoris* des Menschen, 20mal vergr. *a*. *Intima* mit der elastischen Lage (das Epithel ist nicht sichtbar), *b*. *Media* ohne elastische Lagen, aber mit feinen elastischen Fasern, *c*. *Adventitia* mit elastischen Netzen und Bindegewebe.

nach aussen gelegenen feinen elastischen Netzen, die in einer gleichartigen, feinkörnigen oder fibrillären Bindesubstanz ihre Lage haben, eine von 13—110 μ starke mittlere Schicht in der *Intima*, deren Elemente ebenfalls alle der Länge nach verlaufen und sich hierdurch leicht von den zum Theil ähnlich aussehenden Muskelschichten der *Media* unterscheiden. Die *Adventitia* endlich beträgt fast in allen diesen Arterien mehr als die *Media* und steigt von 110—350 μ an. Ihre elastischen Fasern werden zugleich immer stärker und lassen schon bei Gefässen von 2,2 mm eine stärkere Anhäufung an der Grenze gegen die *Media* erkennen, welche Grenze in allen diesen Arterien äusserst scharf ist. Ausnehmend schön wird diese elastische Haut der *Adventitia* in den stärksten hierher gehörenden Gefässen wie in der *Carotis externa* und *interna*, der *Cruralis*, *Brachialis*, *Profunda femoris*, *Mesenterica*. *Coeliaca*, wo dieselbe 90 — 280 μ und mehr misst und zum Theil sehr schön geschichtet ist mit Lagen, deren Bau dem der wirklichen elastischen Häute oft sehr stark verwandt ist. Uebrigens enthalten auch die äussern Lagen der *Adventitia* elastische Netze, nur sind deren Elemente etwas feiner und bilden keine Blätter, sondern hängen mehr regellos mit einander zusammen. — Die stärksten mitteldicken Arterien zeigen schon eine Annäherung an die grössten Arterien, insofern als in ihrer *Media* gewisse Theile der elastischen Netze zu etwas stärkeren elastischen Blättern ausgeprägt sind, welche jedoch durch die ganze Dicke der *Media* mit einander zusammenhängen und auch seltener wirkliche elastische Häute sind, wodurch sie am besten von den noch zu beschreibenden elastischen Platten der Ringfaserhaut grosser Arterien sich unterscheiden. In erster Andeutung erscheinen diese Blätter in den innern Lagen der *Media* der *Cruralis*, *Mesenterica superior*, *Coeliaca*, *Iliaca externa*, *Brachialis* und der äussern und innern *Carotiden*, wogegen sie auffallender Weise im Anfange der *Tibialis antica* und *postica* und in der *Poplitaea* durch die ganze mittlere Haut sich finden, und namentlich in der letzten Arterie, die auch meist etwas dickere Wände hat als die *Cruralis*, recht hübsch entwickelt sind.

Durch das eben angegebene Verhalten der *Media* und sonst wird der Uebergang der mitteldicken zu den grössten Arterien ebenfalls ein ganz allmählicher. Was die *Intima* anlangt, so sind die Epithelzellen in der Regel nicht mehr so ausgezeichnet verlängert, wie in den kleinern Arterien, jedoch immer noch spindelförmig von 13 — 22 μ. Der übrige Theil dieser Haut wird mit der Stärke der Gefässe nicht gerade nothwendig dicker, zeigt jedoch namentlich in der *Aorta* eine grosse Geneigtheit zu Verdickungen, so dass es oft schwer wird, die regelrechte Dicke desselben zu bestimmen. Bezüglich auf den Bau besteht derselbe vorzüglich aus Lagen einer hellen, bald gleichartigen, bald streifigen, selbst deutlich fibrillären Substanz, welche meist wie Bindegewebe sich ausnimmt (*Eulenburg* erhielt etwas Leim aus der *Intima*) und von feinern und gröbern längsziehenden elastischen Netzen durchzogen wird. In der Regel werden diese von innen nach aussen immer dichter und in ihren Elementen stärker, und schliesst die Innenhaut gegen die *Media*

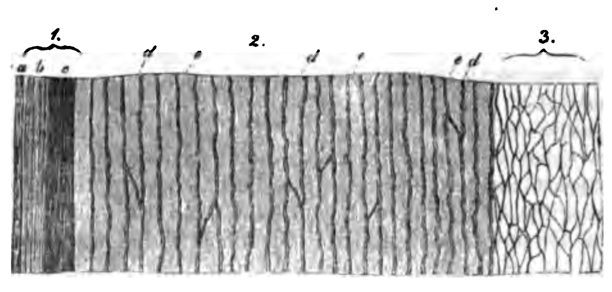


Fig. 420.

Fig. 420. Querschnitt der *Aorta* unterhalb der *Mesent. superior*. 1. *Intima*. 2. *Media*. 3. *Adventitia*. *a*. Epithel, *b*. gestreifte Lagen, *c*. elastische Häute der *Intima*, *d*. elastische Häute der *Media*, *e*. Muskeln und Bindegewebe derselben, *f*. elastische Netze der *Adventitia*. Vom Menschen, 30 mal vergr., mit Essigsäure.

entweder mit einer elastischen dichten Netzhaut oder einer wirklichen gefensterten mehr oder weniger faserigen Haut, welche offenbar der elastischen Innenhaut der kleinen Arterien entspricht. Unmittelbar unter dem Epithel sind die elastischen Fasernetze entweder sehr fein oder werden durch eine oder mehrere helle Lagen, die streifigen Lagen, vertreten, die oft wie aus verschmolzenen Epithelzellen zu bestehen scheinen oder einer Bindesubstanz mit sternförmigen Zellen gleichen (*Langhans*), andere Male gleichartig und kernlos sind und blassen elastischen Häuten sich annähern. — In der Ringfaserhaut erscheinen als neues Element in den stärksten Arterien besondere elastische Häute oder Platten, die, abgesehen von ihrem queren Faserverlaufe, der elastischen Innenhaut namentlich kleinerer Arterien in allem Wesentlichen gleich gebildet sind und bald als die dichtesten Netze starker elastischer Fasern, bald als wirklich gefensterte Häute mit mehr zurückstehender Faserung erscheinen. Diese 2,2 — 2,6 μ dicken Platten, deren Zahl bis auf 50 und 60 ansteigen kann, wechseln regelmässig in Entfernungen von 6,7—18 μ mit queren Schichten glatter Muskeln, die von Bindegewebe und Netzen mittelfeiner elastischer Fasern durchzogen sind, ab, sind jedoch durchaus nicht als regelmässig ineinander geschachtelte, von einander getrennte und in ihren Zwischenräumen von Muskeln angefüllte Röhren zu denken, sondern stehen einmal bald häufiger, bald spärlicher unter einander und mit dem feineren, die Muskeln durchziehenden elastischen Netze in Verbindung, und sind zweitens nicht selten stellenweise unterbrochen oder von gewöhnlichen elastischen Netzen vertreten. Am schönsten und regelmässigsten erscheinen die Platten in der *Aorta abdominalis*, dem *Truncus anonymus*, der *Carotis communis* und den kleinsten hierher gehörigen Arterien, doch wechseln diese Verhältnisse bei verschiedenen Individuen sehr, so dass man, ohne im Besitze sehr ausgedehnter Untersuchungen zu sein, kaum etwas allgemein Gültiges aufstellen kann. — Was die *Media* sonst noch auszeichnet, ist die geringe Entwickelung ihrer Musculatur. Contractile Faserzellen sind zwar auch in den grössten Arterien durch alle Schichten der *Media* zu finden, allein dieselben machen einmal, verglichen mit den übrigen Elementen derselben, den elastischen Platten, dem Bindegewebe und den feinern elastischen Netzen, nur einen unbedeutenden Theil dieser Haut aus ($^1/_3$—$^1/_4$) und sind zweitens auch in ihren Elementen so unentwickelt, dass es sehr zweifelhaft erscheint, ob dieselben ein irgend nennenswerthes Zusammenziehungsvermögen besitzen. Man findet nämlich in der *Aorta* und dem Stamme der *Art. pulmonalis* die Faserzellen in den innern Schichten der *Media* oft nicht länger als 22 μ und dabei 9 — 13 μ breit und ganz platt, so dass sie gewissen Epitheliumzellen nicht unähnlich sehen, zugleich unregelmässig von Gestalt, rechteckig, spindel- oder keulenförmig, jedoch mit den bekannten stabförmigen Kernen. In den äusseren Schichten werden die Faserzellen schmäler und länger (bis 45 μ) und zugleich den ausgezeichneten musculösen Faserzellen anderer Organe ähnlicher, doch behalten dieselben in ihrem Ansehen etwas Starres und Eigenthümliches. In den *Carotides*, *Subclaviae*, *Axillares*, *Iliacae* sind die contractilen Elemente schon entwickelter, daher auch die *Media* dieser Arterien nicht die reingelbe Farbe derjenigen der grössten Arterien hat, sondern schon mehr ins Röthliche spielt. — Die *Adventitia* der grossen Arterien ist im Ganzen und im Vergleiche zu den übrigen Lagen schwächer als die der kleinern, und beträgt von 45 — 90 μ. Ihr Bau ist im Ganzen genommen derselbe wie früher, doch ist ihre elastische innere Lage viel weniger ent-

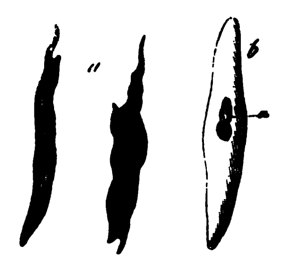


Fig. 421.

Fig. 421. Musculöse Faserzellen aus den innersten Lagen der *Arteria axillaris* des Menschen, 350mal vergr. *a.* ohne, *b.* mit Essigsäure. *α.* Kern der Fasern.

wickelt und wegen der dicken elastischen Elemente der *Media* auch sehr wenig von dieser abgegrenzt.

Auch die *Intima* gewisser Arterien enthält glatte Muskeln, wie ich bei der *Axillaris* und *Poplitaea* des Menschen fand und später auch *Remak* namentlich für die Eingeweidearterien der Säugethiere nachwies. Sehr häufig ist beim Menschen in grossen Arterien diese Haut verdickt, wobei namentlich eine ungemeine Zunahme der streifigen Lagen sich ergibt. — In der *Media* fehlt die Musculatur in keiner Arterie ganz, doch mangelt sie an den Arterien der *Retina* an Aesten unter 45 μ. — Die *Adventitia* grosser Arterien enthält bei Thieren Muskeln, beim Menschen nicht, wenn man nicht die Arterien des *Hilus ovarii* hierher rechnen will. Nach *J. Lister* (*Trans. of the R. Soc. of Edinburgh* 1857, und *Quart. Journ. of micr. sc.* Oct. 1857. p. 8) sind die contractilen Faserzellen der kleinsten Arterien der Froschschwimmhaut bei einer Länge von 120—250 μ anderthalb bis zwei und ein halb Mal spiralig um die Innenhaut herum gelegt, und bilden solche Faserzellen in einfacher Lage die ganze Muskelhaut. Die Kerne der Muskelzellen kleiner Arterien zeigen nach *H. Müller* oft eine gewisse Regelmässigkeit und stehen entweder alle hintereinander in einer Reihe, oder abwechselnd in zwei Reihen, oder in einer Spirallinie. — In den Wänden der Ciliararterien fand *H. Müller* nicht selten knorpelzellenartige Gebilde. (Würzb. Verh. X. S. 183). — Von dem Baue der Arterien handelt in einer ausführlichen Arbeit *Gimbert* (l. i. c.). Die zahlreichen Messungen dieses Autors anlangend, ist zu bemerken einmal, dass dieselben an mit Essigsäure behandelten Stücken gemacht wurden (p. 537) und daher wenig brauchbar sind, und zweitens dass dieselben auch nicht zahlreich genug sind, um allgemein gültige Ergebnisse zu liefern. So meldet *Gimbert*, dass in den Arterien der untern Extremität die *Intima* überall bis zu den Zehen 50 — 70 μ und in denen des Armes ebenso die *Media* gleichmässig 300 μ betrage. Ich habe jedoch (Mikr. Anat. II. 2. S. 512) für die *Intima* der Beinarterien folgende Zahlen gefunden: *Iliaca comm.* 157 μ; *Iliaca externa* 90 μ; *Cruralis* oben 67 μ; *Cruralis* Mitte 35 μ; *Profunda* 22 μ; *Poplitaea* 45 μ. *Tibialis antica* 110 μ; *Tibialis postica* 90 μ und für die *Media* der Armarterien: *Subclavia* 287 μ; *Brachialis* Mitte 157 μ; *Brachialis* über der Endtheilung 220 μ; *Radialis* Anfang 135 μ; *Radialis* am *Carpus* 90 μ; *Digit. comm. I.* 110 μ; *Digid. dig. med.* 67 μ. Ebenso könnte ich durch Anführung der übrigen von mir und der von *Donders* und *Jansen* gefundenen Zahlen belegen, welche Schwankungen in den Dickenverhältnissen der einzelnen Lagen der Arterien bei verschiedenen Leuten vorkommen und dass es noch nicht möglich ist, in dieser Beziehung allgemeine Sätze aufzustellen. — Die formlose Substanz, die *Gimbert* besonders in der *Media* der Arterien als die Faserzellen umhüllend und die Lücken der elastischen Netze ausfüllend schildert, scheint mir nichts als die von ihm nicht erwähnte Bindesubstanz dieser Haut zu sein. — In der *Media* der *Umbilicalis* fand *G.* auch longitudinale Muskelelemente. — *F. Fede* (*il Morgagni* 1863) und *Fasce* und *Abbate* (l. i. c.) beschreiben, wie sie glauben, als neu das Vorkommen longitudinaler elastischer Fasern in der *Media* grösserer Arterien. Es ist jedoch klar, dass, wo elastische Fasern Netze bilden, manche Fasern auch der Länge nach verlaufen; immerhin wiegt die Querrichtung vor.

§. 207.

Venen. Auch die Venen lassen sich in drei Abtheilungen, kleine, mittelstarke und starke bringen, die jedoch nicht ganz so scharf von einander abzugrenzen sind, wie diess bei den Arterien der Fall ist. Die Venen sind ohne Ausnahme dünnwandiger als die Arterien, was ebenso sehr von einer geringern Entfaltung von musculösen Elementen als von einer spärlichern Entwickelung der elastischen Theile abhängt, daher auch die Venenwände schlaffer und minder zusammenziehungsfähig sind. Die *Intima* ist bei grossen Venen häufig nicht stärker als bei mittelstarken, weniger entwickelt als bei den Arterien, sonst im Wesentlichen gleich gebaut. Die niemals gelbe, meist grauröthliche *Media* enthält viel mehr Bindegewebe, weniger elastische Fasern und Muskeln und zeigt, was ein Hauptunterschied ist, immer neben den queren auch längsverlaufende Schichten. Dieselbe ist im All-

gemeinen schwach, jedoch bei mittelstarken Venen stärker als bei grössern und auch in der Musculatur am kräftigsten entwickelt. Die *Adventitia* ist in der Regel die stärkste Lage, und zwar nimmt ihre Dicke mit derjenigen der Gefässe meist zu. In der Zusammensetzung schliesst sie derjenigen der Arterien ganz sich an, nur dass in vielen Venen, besonders der Unterleibshöhle, zum Theil sehr entwickelt längsverlaufende Muskeln erscheinen, welche der ganzen Venenwand ein eigenthümliches Gepräge geben.

Die kleinsten Venen (Fig 418 *b*) bestehen so zu sagen nur aus einem kernhaltigen, undeutlich faserigen oder gleichartigen Bindegewebe und einem Epithel. Letzteres ist in seinen Elementen länglichrund oder rund mit länglichrunden oder selbst rundlichen Kernen, während ersteres eine verhältnissmässig starke *Adventitia* und noch eine dünnere, die *Media* vertretende Lage (Fig. 418 *ε*), beide mit Längsrichtung der Fasern bildet. Unter 22 μ verlieren die Venen allmählich das äussere Bindegewebe und die mittlere Lage und setzt sich das Epithel derselben in die Zellenhaut der Capillaren fort. Eine Muskelhaut und überhaupt eine Lage von ringförmigen Fasern tritt erst bei Venen über 45 μ auf und zwar in Gestalt von anfänglich weit auseinander stehenden queren, länglichrunden Zellen, mit kurzen, länglichen, zum Theil selbst fast rundlichen Kernen. Nach und nach werden diese Zellen länger und zahlreicher und bilden endlich an Gefässen von 130—190 μ eine zusammenhängende Lage (Fig. 416 *β*), welche jedoch immer unentwickelter ist als die der entsprechenden Arterien. So bleibt der Bau der Venen bis zu 220 μ, dann aber treten allmählich elastische, anfangs feine Netze nach aussen vom Epithel, in der *Muscularis* und *Adventitia* auf, während zugleich die Muskellagen sich vermehren und auch selbst Bindegewebe und feine elastische Fasern zwischen ihre Elemente aufnehmen.

Venen von mittlerem Durchmesser von 2—9 mm, wie die Hautvenen und tiefern Extremitätenvenen bis zur *Brachialis* und *Poplitaea*, die Eingeweide- und Kopfvenen mit Ausnahme der Hauptstämme, zeichnen sich durch die namentlich bei den Venen der untern Extremität nicht unbedeutende Entwickelung ihrer Ringfaserhaut aus, die wie bei den Arterien gelbröthlich von Farbe und querstreifig ist, jedoch, auch wo dieselbe die grösste Mächtigkeit besitzt, bei weitem derjenigen der entsprechenden arteriellen Gefässe nicht gleichkommt und die Dicke von 136—158 μ nicht überschreitet. Dieselbe besteht auch zum Unterschiede von den Arterien nicht allein aus queren, sondern auch aus längsverlaufenden Lagen. Erstere werden von gewöhnlichem, wellenförmigem Bindegewebe mit feinen, lockigen, mehr für sich verlaufenden elastischen Fasern (Kernfasern der Früheren) und einer grossen Menge von glatten Muskeln dargestellt, deren spindelförmige Elemente bei einer Länge von 45—90 μ und einer Breite von 9—15 μ die gewöhnliche Beschaffenheit der contractilen Faserzellen darbieten, während die Längsschichten aus ächten stärkern und ganz starken netzförmig vereinigten elastischen Fasern bestehen. Die Lagerungsweise dieser Gewebe zu einander betreffend, so folgt in gewissen Venen (*Poplitaea, Profunda femoris, Saphena major et minor*) auf die *Intima* eine 22—90 μ starke, einzig und allein aus Bindegewebe und feinen elastischen Netzen gebildete Lage mit Längsfaserung, die Längsschicht der *Media*, während in den andern Venen die musculösen Elemente auch in die innersten Lagen sich erstrecken. In diesem Falle findet sich unmittelbar nach

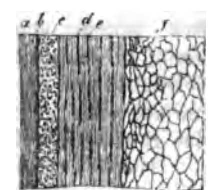


Fig. 422.

Fig. 422. Querschnitt der *Vena saphena magna* am *Malleolus*, 50 mal vergr. *a.* Gestreifte Lagen und Epithel der *Intima*, *b.* elastische Haut derselben, *c.* längsverlaufende innere Bindegewebslage der *Media* mit elastischen Fasern, *d.* quere Muskeln und *e.* längsverlaufende elastische Netze schichtenweise gelagert, *f.* *Adventitia*.

wickel
dieser

laris
gewe
terien
sich
an d
enth
Qu
Art
ein
ein
nach
in
W
Ve
ei
m
si
te
A

Muskeln mit Bindegewebe und elast-
Venen immer einander begleiten
elastische Netzhäute mit Läng-
mit Bindegewebe, so dass
das in etwas an dasjenige
rken, dass die elastischen Netz-
nie zu gleichartigen elastisch
ferner hie und da unterbroch
Längsschnitte deutlich lehren
die ganze *Media* mit einander
Die Zahl dieser elastischen La-
schen 5—10, und ihre Zwisch-
von 3—22 μ. — Die *Intima*
Venen beträgt von 22—90 μ und
dünner ist, nur aus einem Epith-
jedoch länglichen Zellen, einer stre-
haltigen Lage und einer elasti-
shaut, die der elastischen Innenhaut
entspricht, aber kaum jemals als ein
gleichartige gefensterte Haut, sondern
äusserst dichtes, flächenartig ausgebreit-
feinerer und gröberer elastischer Fasern
Wo die *Intima* dicker ist, mehren sich
gen Lagen und treten vor Allem noch
selbst mehrere Netze elastischer Fa
nach innen von der erwähnten, die
enden elastischen Haut auf. Auch glatte
sah ich in der *Intima* der Venen
ridus, ebenso in der *Saphena ma* und
was *Remak* für die Eingeweidevenen
Säugethiere bestätigt. — Die *Adventitia*
ker als die *Media*, häufig noch einmal
der Regel enthält dieselbe nur längsverlau-
oft sehr schöne, starkfaserige, elastische
doch kommen im Bezirke derjenigen
Längsmuskeln besitzen, solche auf
vor s. das Folgende.
sich von denen von mittlerem Durch-
Entwickelung der *Media* und namentlich
durch das Auftreten musculöser Elem
Die *Intima* beträgt in der Regel 22 μ und
Venen. Seltener steigt sie, wie in der
Hepatica, in den *Anonymae* bis zu 45—68.
gestreifter Lagen mit Kernen und feiner elast-
die von Muskeln kommt. Die *Media* beträgt
jedoch ausnahmsweise, wie im Anfange des
Bauchtheiles der *Cava inferior* an den
270 μ messen oder, wie im grössten
weitern Verlaufe der grössten Lebervenen
wesentlichen derselbe wie früher, nur hängen die

zellen aus der *Vena renalis* des Menschen.
mal vergr.

verlaufenden elastischen Netze vielfach zusammen und sind weniger deutlich oder gar nicht in Lagen angeordnet, ferner sind die Quermuskeln spärlich und undeutlich, selbst da, wo die *Media* die angegebene bedeutende Dicke besitzt und reichlicher mit queren Bindegewebsbündeln gemengt. Am entwickeltsten sah ich die Muskeln in der *Lienalis* und *Vena portae*, ganz zu fehlen schienen sie mir im Bauchtheile der *Vena cava* unterhalb der Leber an gewissen Stellen, in der *Subclavia* und den Endstücken der *Cava superior* und *inferior*. — Die *Adventitia* der grössten Venen übertrifft ohne Ausnahme die *Media* oft um das Doppelte und mehr bis um das Fünffache, und zeigt im Baue die bedeutende Abweichung, dass sie, wenigstens bei gewissen Venen, wie Remak richtig angibt, eine bedeutende Menge von Längsmuskeln enthält. Am schönsten sind dieselben, wie schon Bernard wusste (*Gaz. méd. de Paris*. 1849. 17. 331), im Lebertheile der *Cava inferior*, wo sie mit 22—90 μ starken Bündeln ein die innere Hälfte oder zwei inneren Drittheile der äussern Haut durchziehendes Netzwerk bilden, das, wo die *Media* fehlt, unmittelbar an die *Intima* anstösst und bis 0,5 mm Mächtigkeit erlangen kann. Ausserdem fand ich, wie Remak, diese musculösen Längsbündel, die nie Bindegewebe, wohl aber elastische Fasern in gewisser Zahl enthalten, noch sehr entwickelt in den Stämmen der Lebervenen, im Stamme der *Vena portae* und im übrigen Theile der *Cava inferior*, und verfolgte dieselben bis zur *Lienalis, Mesenterica superior, Iliaca externa* und *Renalis*. Auch die *Vena azygos* zeigte einige derselben, dagegen fehlten sie durchaus in den obern Venen. Nur in der *Renalis* und *Vena portae* erstreckten sich diese Muskeln durch die ganze Dicke der *Adventitia*, während in den andern genannten Venen ein grösserer oder kleinerer äusserer Theil derselben frei blieb und wie gewöhnlich aus längsverlaufendem Bindegewebe und elastischen starkfaserigen Netzen bestand. Hierdurch erschien dann die musculöse Lage der *Adventitia* wie eine besondere Gefässhaut und wurde zur Verwechslung derselben mit der unentwickelten oder, wie angegeben wurde, selbst fehlenden *Media* Veranlassung gegeben, welche jedoch durch Verfolgung der Verhältnisse von den kleinern Venen an leicht vermieden werden konnte. Die Muskellage der *Adventitia* enthält ausser den contractilen Elementen, die bei einer Länge von 45—90 μ die gewöhnlichen Eigenthümlichkeiten darbieten, und vielen elastischen Längsnetzen ohne Ausnahme eine gewisse Menge von Bindegewebe, das, wie es scheint, ohne Ausnahme quer verläuft, so dass mithin die queren Elemente auch in diesen grossen Venen, wenn auch nicht gerade vorzüglich durch Muskeln, doch vertreten sind. Alle grossen Venen, die in das Herz einmünden, besitzen auf eine kurze Strecke eine äussere ringförmige Lage derselben quergestreiften Muskeln, die auch im Herzen sich finden, mit netzförmigen Verbindungen der Primitivbündel. Dieselben sollen nach Räuschel im Bereiche der obern Hohlvene bis zur *Subclavia* sich erstrecken und auch an den Hauptzweigen der *Venae pulmonales* noch zu finden sein, und zwar nach Schrant im erstern Falle mehr im Innern der Gefässwand und der Länge nach verlaufend.

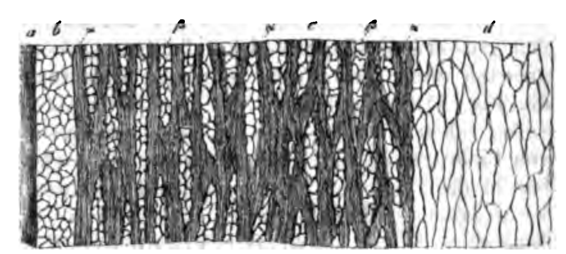


Fig. 424.

Eine besondere Erwähnung verdienen noch Venen, in denen die Musculatur

Fig. 424. Längsschnitt der untern Hohlvene an der Leber, 30 mal vergr. *a. Intima*, *b. Media* ohne Muskeln, nur Bindegewebe und elastische Fasern enthaltend, *c.* innere Schicht der *Adventitia*, *α.* längsverlaufende Muskeln derselben, *β.* queres Bindegewebe derselben Lage, *d.* äusserer Theil der *Adventitia* ohne Muskeln.

übermässig entwickelt ist und Venen, in denen eine solche gänzlich fehlt. Zu den erstern gehören die Venen des schwangern *Uterus*, in denen neben der *Media* auch die *Intima* und *Adventitia*, und zwar die letztern längsfaserige Muskellagen darbieten, deren Elemente im fünften und sechsten Monate dieselbe grossartige Entwickelung zeigen, wie die des *Uterus* selbst. Der Musculatur entbehren 1) die Venen des mütterlichen Theiles der *Placenta*, in deren Wandungen ausserhalb des Epithels grosse längliche Zellen und Fasern, die ich für unentwickeltes Bindegewebe halte, vorkommen. 2) Die meisten Venen der Gehirnsubstanz und *Pia mater*. Dieselben bestehen aus einem rundlichen Epithel in einfacher Lage, einer dünnen Längsschicht von Bindegewebe mit einzelnen Längskernen als Vertreterin der *Media* und einer bei den kleinern Gefässen mehr gleichartigen, bei den grössern fibrillären und kernhaltigen *Adventitia*. Nur seltener zeigt sich bei den grössten dieser Venen eine schwache Andeutung von Muskeln in der *Media*, so wie die Fig. 416 es darstellt. 3) Die Blutleiter der *Dura mater* und die *Breschet*'schen Knochenvenen, die nach aussen von einem Pflasterepithel eine Lage von Bindegewebe zum Theil mit feinen elastischen Fasern besitzen, welches unmittelbar in dasjenige der harten Hirnhaut und des innern Periostes übergeht. 4) Die Venenräume der *Corpora cavernosa* (s. §. 193) und der Milz gewisser Säuger (s. §. 165). 5) Die Venen der *Retina*. — Die Venenklappen bestehen in ihrer Hauptmasse aus deutlichem Bindegewebe, das dem freien Rande derselben gleich verläuft, und viele längliche Bindegewebskörperchen und auch wellenförmige, meist feine, zum Theil auch stärkere elastische Fasern enthält. An der Oberfläche findet sich entweder nur ein Epithelium mit kurzen Zellen oder darunter noch ein sehr feines elastisches Netz mit vorwiegender Längsrichtung, welches nach *Henle* nur an der vertieften Seite der Klappen sich finden soll. Demnach können die Klappen als Fortsetzungen der *Media* und *Intima* angesehen werden, obschon Muskelfasern nach dem, was ich sah (*Wahlgren* will solche in grössern Klappen gefunden haben, während *Remak* dieselben nur von der ausgebuchteten Venenwand selbst im Bereiche der Klappen erwähnt, wo die beiden andern Häute dünn sein sollen), in ihnen fehlen.

§. 208.

Haarröhrchen, *Vasa capillaria*. Mit einziger Ausnahme der *Placenta uterina* und zum Theil der *Corpora cavernosa* der Geschlechtsorgane und der Milz hängen beim Menschen allerwärts Arterien und Venen durch reichliche Netze mikroskopischer feinster Gefässchen zusammen, die man ihrer engen Höhlung wegen mit obenstehendem Namen bezeichnet hat. Dieselben bestehen überall scheinbar aus einer einzigen gleichartigen Haut mit Zellenkernen, und unterscheiden sich mithin sehr wesentlich von den grössern Gefässen, doch ist der Uebergang nach der einen wie der andern Seite ein ganz unmerklicher, so dass es auf einem gewissen Puncte des Gefässverlaufes ganz unmöglich ist, die Eigenschaften weder der einen noch der andern Abtheilung, in die die Gewebelehre die Gefässe zu sondern gewohnt ist, wieder zu finden. Solche Gefässe kann man am besten, je nachdem sie nach dieser oder jener Seite zu liegen, als venöse und arterielle Uebergangsgefässe bezeichnen und ohne weitere Aenderung der gewöhnlichen Eintheilung den Capillaren anreihen.

Die eigentlichen Capillaren anlangend, so glaubte man bis vor kurzem allgemein, dass dieselben aus einem zusammenhängenden gleichartigen Häutchen mit in der Dicke desselben befindlichen länglichrunden Kernen bestehen, und in der That erscheinen auch diese Gefässe ohne Zusätze und nach Anwendung der gewöhnlichen Reagentien nicht anders als in dieser Weise (Fig. 425), nun ergibt sich aber in Folge einer wichtigen Entdeckung von *Hoyer*, die sofort durch die ausführlicheren Untersuchungen von *Auerbach*, *Eberth* und *Aeby* bestätigt und erweitert wurde, dass die bis-

herige Auffassung der Haarröhrchen eine vollkommen irrthümliche war, vielmehr diese Gefässe ganz und gar aus einer epithelartigen dünnen Haut bestehen. Behandelt man nämlich Capillaren mit dünnen Höllensteinlösungen von $^1/_4 - ^1/_2 \,^0/_0$, welche man am besten mit Leim gemengt in sie einspritzt, so erscheinen, wie diess von den feinsten Lymphräumen schon früher durch *v. Recklinghausen* nachgewiesen worden war, in der Wand derselben durch Silberniederschläge bezeichnete Zellenumrisse, zu denen je Ein Kern der Capillarwand gehört. Diese Zellen der Capillarwand lassen sich auch durch Maceration in kaustischem Kali für sich darstellen (*Aeby, Eberth*) und setzen sich, wie an mit Silbersalz injicirten Gefässen leicht zu sehen ist, unmittelbar in die sogenannten Epithelien der Arterien und Venen fort. Diesem zufolge gehört die Wand der Capillaren in dieselbe Kategorie der *Epithelia spuria* oder der Zellenhäute aus einfacher Bindesubstanz wie die innerste Membran der grösseren Gefässe, und erscheint die Capillarröhre als ein Intercellularraum und nicht als eine intracelluläre Höhlung wie man bisher glaubte.

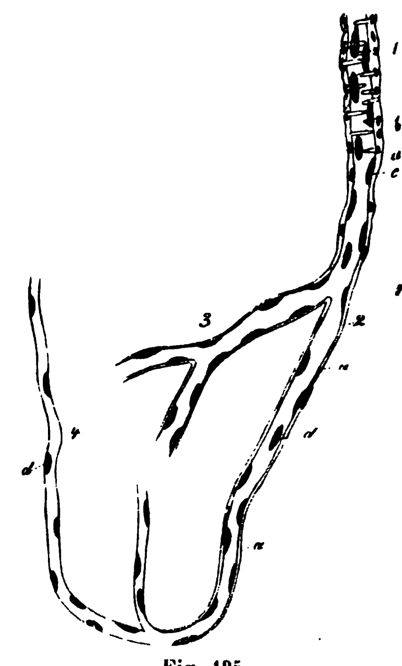


Fig. 425.

Nachdem so die Zusammensetzung der Wandungen der Capillaren aus Zellen nachgewiesen ist, erscheint es als weitere wichtige Aufgabe, das Verhalten dieser Zellen genau kennen zu lernen; allein in dieser Beziehung sind die Untersuchungen noch nach keiner Seite zum vollen Abschlusse gediehen. Einzig und allein die Form der Zellen ist, wenn auch nicht genügend, doch etwas genauer untersucht und ergeben sich dieselben als meist spindelförmige, stets abgeplattete Bildungen, deren

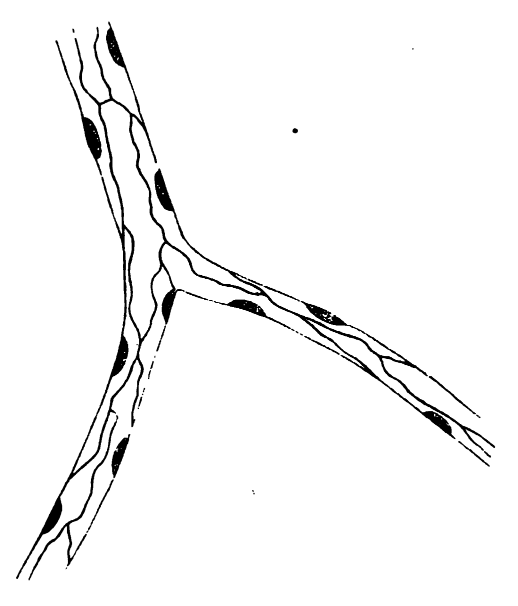


Fig. 426.

Fig. 425. Feinste Gefässe von der arteriellen Seite aus. 1. Kleinste Arterie. 2. Uebergangsgefäss. 3. Gröbere Capillaren. 4. Feinere Capillaren. *a.* Gleichartiges Häutchen mit noch einigen Kernen, Vertreter der *Adventitia*, *b.* Kerne mit musculösen Faserzellen, *c.* Kerne in der kleinen Arterie, vielleicht schon einem Epithel angehörig, *d.* Kerne der Capillaren der Uebergangsgefässe. Aus dem Gehirn des Menschen, 300mal vergr.

Fig. 426. Capillaren aus dem Schwanze einer älteren Froschlarve, deren Zellen, in denen die Kerne fast überall sichtbar sind, durch Höllenstein dargestellt wurden. Vergr. 350.

Begrenzungen bald ziemlich gerade, bald mehr wellenförmig oder zackig, ja selbst so unregelmässig sind, dass eine genauere Beschreibung ganz unmöglich ist. In den feinsten Haarröhrchen von 4,5—6—7 μ bilden die einfach spindelförmigen, schmalen und oft recht langen Zellen, nach Art einer doppelt zugespitzten Stahlfeder tütenförmig eingerollt, nur je zu zweien und so, dass sie alterniren, das Haarröhrchen, in den weiteren Gefässchen dieser Art dagegen, deren Durchmesser 8—13 μ beträgt, stehen die Zellen zu 3 und selbst 4 um das Lumen herum, sind kürzer und breiter und können selbst gewöhnlichen Pflasterepithelien gleichen, wie *Eberth* diess im Kamme des Haushahnes, der *Choriocapillaris* des Auges der Säuger, der *Hyaloidea* des Frosches und Döbels gesehen hat, in der Regel sind jedoch kürzere und breitere Zellen gerade am unregelmässigsten begrenzt und am meisten gezackt.

Sehr wichtig wäre es, die genauere physikalische Beschaffenheit der Zellen der Capillargefässe zu kennen, mit andern Worten, zu wissen, ob dieselben mehr nur indifferente Wandungszellen darstellen oder noch der Sitz eines besondern Stoffwechsels und anderer physiologischer Leistungen sind. Früher als man an der Zusammensetzung der Capillarwand aus verschmolzenen Zellmembranen festhielt, dachte man sich dieselbe zwar wohl als durchdringlich für Flüssigkeiten, aber doch als ziemlich fest und elastisch und verglich sie in ihrem chemischen Verhalten mit älteren Zellmembranen und dem *Sarcolemma* der quergestreiften Muskelfasern; jetzt aber erhebt sich die Frage, ob dieselbe nicht vielleicht doch protoplasmahaltigen Zellen gleichzusetzen ist, wie diess *Stricker* in einer bemerkenswerthen Arbeit (Wiener Sitzungsber. Bd. LII.) durchzuführen versucht hat, obschon er die Capillarröhren als intracelluläre Räume betrachtet. *Stricker* glaubt für die Capillarwände der Froschlarven Contractilität, sich zeigend in Verengerungen und Erweiterungen, der Bildung und dem Verschwinden von äusseren Fortsätzen, nachgewiesen zu haben und hält sich für berechtigt, eine solche Leistung auch noch bei ausgebildeten Thieren annehmen zu dürfen, wobei er besonders auf das Vermögen der Gefässneubildung sich stützt, die unter Umständen auch von den Capillaren ausgebildeter Thiere ausgehen kann. Gewiss verdient diese Vermuthung die sorgfältigste Untersuchung, doch bin ich vorläufig nicht im Stande, eine einzige Thatsache namhaft zu machen, welche das Vorkommen von Protoplasma in den Capillarzellen oder gar ihre Zusammensetzung einzig und allein aus solchem bewiese, und scheinen auch die bekannten chemischen Reactionen, vor allem ihre bedeutende Resistenz in kaustischen Alkalien, gegen eine solche Auffassung zu sprechen. Dagegen kann zugegeben werden einmal, dass die Capillarzellen auch bei fertigen Thieren unter Umständen verschiedene Erscheinungen des Stoffwechsels (sich theilende Kerne *Eberth*; Wachsthumserscheinungen bei der Sprossenbildung u. s. w.) zeigen und eine viel zartere Wand besitzen, als wohl die meisten sich dachten, wie namentlich aus den merkwürdigen Erfahrungen *Stricker's* über den Durchtritt von Blutkörperchen durch die Capillarwandungen bei Froschlarven (l. c.) hervorgeht, die in diesem Jahre von ihm auch in der Schwimmhaut erwachsener Frösche gesehen wurden, wovon ich selbst in seinem Laboratorium Zeuge war.

Durch die Vereinigung der Capillaren entstehen die **Capillarnetze**, *Retia capillaria*, welche bei den einzelnen Organen und Geweben schon ihre ausführliche Würdigung fanden und daher hier nur im Allgemeinen kurz besprochen werden sollen. Die Formen derselben, die trotz nicht unbedeutender Schwankungen bei den verschiedenen Organen bestimmte und je nach der Aehnlichkeit und Verschiedenheit derselben mehr oder weniger eigenthümliche sind, hängen theils von der Lagerung der Elementartheile ab, theils richten sie sich nach der Lebhaftigkeit der Verrichtungen. Das erste anlangend, so gibt es in vielen Organen **Gewebseinheiten**, in welche nie Gefässe eindringen, so die quergestreiften Muskelfasern, Bindegewebsbündel, Nervenröhren, Zellen aller Art, Drüsenbläschen, und die mithin je nach ihrer Form den Capillaren ganz bestimmte Wege vorzeichnen, so dass sie bald mehr in die Länge

gezogene Maschen, bald rundliche engere oder weitere Netze darstellen. Noch bestimmender ist die physiologische Leistung, und ergibt sich als allgemeines Gesetz, dass, je grösser die Thätigkeit eines Organes, beziehe sie sich nun auf Bewegung oder Empfindung, auf Ausscheidung oder Aufsaugung, um so dichter die Capillarnetze, um so reichlicher die Blutmenge. Am engsten sind die Capillarnetze in den Organen, die aussondern und aufsaugen, wie in den Drüsen, vor allem in den Lungen, der Leber, den Nieren, dann in den Häuten und den Schleimhäuten; viel weiter in den Organen, die nur behufs ihrer Ernährung und zu keinen andern Zwecken Blut erhalten, wie in den Muskeln, Nerven, Sinnesorganen, serösen Häuten, Sehnen und Knochen, doch findet man auch hier Unterschiede, indem z. B. die Muskeln und die graue Nervensubstanz vor den andern genannten Theilen reichlich versorgt sind. Die Durchmesser der Capillaren selbst verhalten sich fast gerade umgekehrt, und sind dieselben am dünnwandigsten und feinsten, von 4,5 — 6,7 μ, in den Nerven, Muskeln, in der *Retina*, den *Peyer*'schen Follikeln; in der äussern Schleimhaut und den Schleimhäuten betragen sie 6,7 — 11 μ, in den Drüsen und Knochen endlich 9 — 13 μ, in den letztern in der dichten Substanz, jedoch nicht mehr ganz mit dem Baue von Capillaren, selbst 18 — 22 μ. Die Physiologie ist noch nicht im Stande, alle diese Unterschiede im Einzelnen zu deuten, indem ihr die Kenntniss der Diffusionsgesetze der verschiedenen Capillarhäute mangelt und auch die feineren Abänderungen der Blutbewegung in den einzelnen Organen gänzlich unbekannt sind.

Die Art, wie die Capillaren in die stärkeren Gefässe übergehen, war früher schwer zu begreifen. Jetzt, wo man weiss, dass die Zellenhaut derselben unmittelbar in das Epithel der grösseren Gefässe sich fortsetzt, ist die Frage sehr vereinfacht. Das erste, was zur Zellenhaut der Capillaren hinzukommt, ist ein structurloses Häutchen (Fig. 425 *a*; *Eberth*, erste Abh. Taf. II. Fig. 4; *Chrzonszczewsky*, l. i. c. Taf. V. Fig. 2), welches ich nun nicht mehr als *Adventitia* deute, wie früher, sondern als die erste Spur der elastischen *Intima*, die am einfachsten als Zellenausscheidung nach Art der *Membrana propria* der Harncanälchen z. B. aufgefasst wird. Auf solche Gefässe lagert sich dann von aussen je nach Umständen Bindegewebe allein oder Muskelzellen und Bindegewebe an, und gestalten sich dann so die Capillaren zu Arterien oder Venen.

Die Entdeckung des feineren Baues der Capillargefässe ist eine der wichtigsten der neuesten Zeit und verdient daher ihre Geschichte wohl überliefert zu werden. *Hoyer* war der erste, der in einer vom 18. Jan. 1865 datirten, jedoch erst im Mai erschienenen Abhandlung (Arch. f. Anat. 1865. S. 244) das durch Silber deutlich gemachte Epithel der Arterien des Frosches bis in die Capillaren verfolgte. In diesen finde man die feinen schwarzen, die Zellengrenzen bezeichnenden Linien nur spärlich, und zwar wohl desshalb, weil schon eine einzelne Zelle ausreiche, um einen grossen Theil der Gefässwand zu überkleiden. Seiner Ansicht nach liegen die bekannten Kerne der Capillaren innerhalb dieser die Oberfläche des Gefässes überziehenden Zellen, welche zur Wand des Capillargefässes in demselben Verhältnisse stehen, wie die Zellen in den *Pacini*'schen Körperchen zu den Kapseln, doch bedürfe diese Hypothese noch der Bestätigung durch überzeugendere Beweise. — Nach *Hoyer* ist zunächst eine kurze Bemerkung von *Klebs* (*Virch.* Arch. 1865. S. 172) über die Zellen der Capillaren zu erwähnen, die er jedoch der Capillarwand aussen aufliegend nennt, worauf dann gleichzeitig und unabhängig von einander die ausführlicheren Mittheilungen von *Auerbach*, *Eberth* und *Aeby* folgten, denen das Verdienst gebührt, diese Angelegenheit im Wesentlichen zum Austrage gebracht zu haben. Hiermit soll jedoch nicht gesagt sein, dass die Lehre vom Baue der Capillaren schon ganz vollendet dastehe, und mache ich hier noch auf folgende Puncte aufmerksam.

Erstens spricht das, was wir von der Entwickelung der Capillaren wissen, scheinbar bestimmt für eine Entstehung ihrer Lumina aus verschmolzenen Zellenhöhlen, immerhin ist die Möglichkeit gegeben, die embryologischen Facta auch im Sinne der neuen Lehre zu deuten, wie unten ausführlicher besprochen werden wird.

Zweitens ist noch nicht hinreichend untersucht, in wie weit die Capillaren neben der Zellenhaut auch noch eine structurlose äussere Membran besitzen und könnte möglicherweise eine solche als verbreiteter sich ergeben, wie *His* und *Chrzonszczewsky* anzunehmen geneigt sind. Im letztern Falle könnten die Capillarzellen auch, wie *His* gesehen zu haben glaubt, als verästelte Bildungen an der Innenfläche einer solchen Membran vorkommen, in welcher Beziehung jedoch zu bemerken ist, dass dieselben sicher in sehr vielen Fällen in der Weise, d. h. als zusammenhängende platte Elemente, sich finden, wie die ersten Beobachter sie schilderten. — Von der erwähnten structurlosen Membran der Capillaren sind die bindegewebigen Hüllen wohl zu unterscheiden, welche *Henle* an den Capillaren der Drüsenfollikel beschreibt (Jahresber. v. 1859. S. 84) und die *His* als allgemeine Erscheinung ansieht (Zeitschr. f. wiss. Zool. X. S. 339), was mir viel zu viel gesagt zu sein scheint.

Die Länge der die Capillarwand bildenden Zellen ist ungemein wechselnd und beträgt nach *Eberth* bei gestreckten Zellen von 75—175 μ, bei polygonalen Elementen nur 5—8 μ. — An den Capillaren des Mundes und Schlundes des Frosches bis gegen den Mageneingang finden sich nach *Langer* sonderbare Divertikel in grosser Zahl, die leicht zu bestätigen sind und die von früheren nur *Beale* ohne weitere Schilderung abgebildet hat (*Phil. Trans.* 1863. Vol. 153. Pl. 40. Fig. 47).

Ausser den feinsten Capillaren, welche jedoch immer noch Blutzellen, die bekanntlich sehr dehnbar sind, durchlassen, haben ältere Forscher noch feinere Gefässchen angenommen, sogenannte *Vasa serosa*, welche kein rothes Blut mehr, nur das Plasma desselben durchlassen, eine Annahme, welche von den meisten neuern Forschern verlassen worden ist. Nur *Hyrtl* glaubt noch solche Gefässe in der *Cornea* annehmen zu müssen, weil die Gefässe am Rande derselben, ohne in Venen überzugehen, dem Blicke sich entziehen und zu eng sind (beim Menschen eingespritzt von 2 μ), um noch Blutkörperchen zu führen. Er glaubt, dass dieselben noch weiter in *Vasa serosa* sich fortsetzen und vielleicht mit den noch nicht dargestellten Lymphgefässen zusammenhängen. Hiergegen bemerken *Brücke* und *Gerlach*, dass die Hornhautgefässe mit wirklichen Schlingen enden, wornach *Hyrtl's* Angaben als auf unvollständigen Einspritzungen beruhend erscheinen. Ich kann jedoch mittheilen, dass etwas den »*Vasa serosa*« Entsprechendes in der Hornhaut wirklich vorkommt, indem ich beim Hunde von den hier, wie überall am Rande derselben befindlichen. Blutkörperchen führenden Endschlingen aus feine und feinste Fäden noch weiter ins Innere sich fortsetzen sah, die netzförmig untereinander zusammenhingen und an den Vereinigungsstellen meist etwas verbreitert waren. Ob diese Fäden eine Höhlung und einen Inhalt besassen und mit den Höhlen der wirklichen Capillaren zusammenhingen, war nicht zu entscheiden, und möchte ich sie daher auch vorläufig doch nicht mit Bestimmtheit für offene Theile des Gefässsystemes erklären, dagegen stehe ich nicht im Geringsten an, sie dennoch demselben beizuzählen, denn auch wenn dieselben ohne *Lumina* sein sollten, so wird doch kaum eine andere Deutung möglich sein, als sie von dem beim Neugebornen fast die ganze *Cornea* deckenden Gefässnetze abzuleiten und für unwegsame Capillaren zu erklären. — Sollten diese Hornhautelemente nicht als *Vasa serosa* sich ergeben, so wüsste ich dann beim Erwachsenen keinen Ort, wo solche sich finden, dagegen sind plasmaführende Gefässe während der Entwickelung der Capillaren als vorübergehende Erscheinung überall vorhanden (siehe unten) und ist es daher wohl gedenkbar, dass auch später noch hie und da vereinzelt sich welche finden, oder vielleicht selbst in grösseren Mengen vorhanden sind, ähnlich wie auch bei den Nervenausbreitungen die Endigungen oft den embryonalen Charakter beibehalten. Die seiner Zeit von *Henle* aus dem Gehirne des Kalbes beschriebenen, mit Capillaren zusammenhängenden kernhaltigen Fäden, die *Vasa serosa* zu sein schienen, die vor nicht langer Zeit auch noch *Luschka* aus dem *Ependyma* als solche aufgefasst hat, sind von *Welcker* als künstlich gedehnte gewöhnliche Capillaren erkannt worden, womit auch *Henle* sich einverstanden erklärt hat.

Die gleichartige feine *Adventitia*, welche zuerst *Bruch* (Zeitschr. f. wiss. Zool. II. S. 270) und auch ich (Mikr. Anat. II. 1. S. 500. 2. S. 513) schon seit Langem von den Arterien des Gehirns bis zu den Capillaren herab beschrieben haben, kommt auch wirklichen Capillaren zu, ist jedoch mit der oben erwähnten Hülle dieser Gefässe nicht zu verwechseln, sondern Begrenzung eines perivasculären Lymphraumes (s. S. 314).

3. Von den Lymphgefässen.

§. 209.

Die Lymphgefässe stimmen mit Ausnahme ihres Inhaltes so sehr mit den Venen überein, dass eine kürzere Darstellung des Baues derselben genügt.

Die feinsten Lymphgefässe stellen überall, wo dieselben einer genaueren Untersuchung zugängig gewesen sind, geschlossene, dünnwandige Röhren dar, deren Bau im Wesentlichen derselbe ist, wie derjenige der feinsten Blutgefässe, und die desswegen als Lymphcapillaren, *Capillaria lymphatica*, bezeichnet werden können. Die ersten mit Sicherheit als solche erkannten Gefässe sind die im Jahre 1846 (*Annal. des sc. natur.*) von mir aufgefundenen Lymphgefässe der Schwänze der Batrachierlarven, die als zahlreiche, zierliche Bäumchen von einem oberen und unteren *Vas lymphaticum caudale* aus in den durchsichtigen Säumen der Schwänze sich ausbreiten und mit freien Ausläufern enden. Alle diese Gefässe, auch die Stämme, zeigen nichts als eine einzige, sehr zarte gleichartige Haut mit innen an derselben anliegenden Kernen (Fig. 427) und unterscheiden sich von den Blutcapillaren der genannten Larven, abgesehen von der Zartheit der Begrenzungshaut, einzig und allein durch die Anwesenheit von vielen kürzeren und längeren von ihrer Hülle ausgehenden feinen Zacken, die ihnen ein eigenthümlich buchtiges Aussehen geben. Eigenthümlich ist auch der Anfang dieser 4—11 μ breiten Gefässe, indem dieselben nur sehr wenige Anastomosen bilden, vielmehr auch in ganz ausgebildeten Schwänzen fast alle mit zugespitzten feinen Ausläufern beginnen. Diese Gefässe wurden früher von mir als durch Verschmelzung von Zellen entstanden angesehen, seit jedoch für die Blutcapillaren und für die feinsten Lymphräume anderer Orte nachgewiesen wurde, dass dieselben Intercellularräume sind und eine aus getrennten Zellen gebildete Wand besitzen, wurde es in hohem Grade wahrscheinlich, dass auch die besagten Lymphgefässe der Froschlarven eine solche Zusammensetzung haben (*His*), und wird sich nun wohl auch durch die Anwendung von Höllenstein zeigen lassen, dass bei ihnen ebenso wie bei den Blutcapillaren die Wandung aus selbständigen Zellen besteht; ich muss jedoch gestehen, dass meine nach dieser Richtung gemachten Versuche bis jetzt von keinem Erfolge begleitet gewesen sind, was ich vor Allem der Zartheit der fraglichen Gefässe und der Schwierigkeit, ihnen mit Silber beizukommen, zuschreibe.

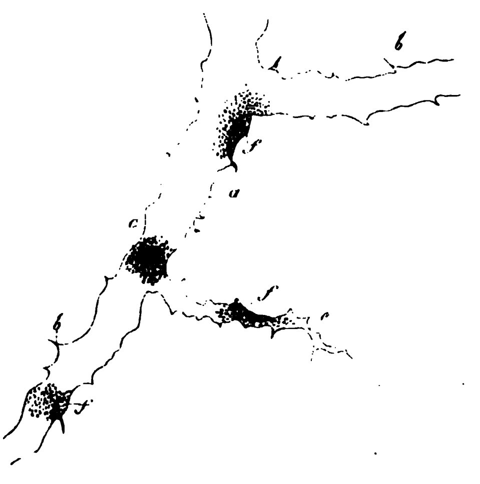


Fig. 427.

Fig. 427. Capillare Lymphgefässe aus dem Schwanze einer Froschlarve, 350 mal vergr. *a.* Membran derselben, *b.* spitze Ausläufer, welche dieselbe bildet, *c.* Anhäufung von Fettkörnchen, Rest des Inhaltes der ursprünglichen Bildungszellen, *e.* freier Ausläufer eines Astes, *f.* Kerne innerhalb der Anhäufungen der Fettkörnchen.

Zweitens ist noch nicht hinreichend untersucht, in wie weit die Capillaren neben der Zellenhaut auch noch eine structurlose äussere Membran besitzen und könnte möglicherweise eine solche als verbreiteter sich ergeben, wie *His* und *Chrżonszczewsky* anzunehmen geneigt sind. Im letztern Falle könnten die Capillarzellen auch, wie *His* gesehen zu haben glaubt, als verästelte Bildungen an der Innenfläche einer solchen Membran vorkommen, in welcher Beziehung jedoch zu bemerken ist, dass dieselben sicher in sehr vielen Fällen in der Weise, d. h. als zusammenhängende platte Elemente, sich finden, wie die ersten Beobachter sie schilderten. — Von der erwähnten structurlosen Membran der Capillaren sind die bindegewebigen Hüllen wohl zu unterscheiden, welche *Henle* an den Capillaren der Drüsenfollikel beschreibt (Jahresber. v. 1859. S. 84) und die *His* als allgemeine Erscheinung ansieht (Zeitschr. f. wiss. Zool. X. S. 339), was mir viel zu viel gesagt zu sein scheint.

Die Länge der die Capillarwand bildenden Zellen ist ungemein wechselnd und beträgt nach *Eberth* bei gestreckten Zellen von 75—175 μ, bei polygonalen Elementen nur 5—8 μ. — An den Capillaren des Mundes und Schlundes des Frosches bis gegen den Mageneingang finden sich nach *Langer* sonderbare Divertikel in grosser Zahl, die leicht zu bestätigen sind und die von früheren nur *Beale* ohne weitere Schilderung abgebildet hat (*Phil. Trans.* 1863. Vol. 153. Pl. 40. Fig. 47).

Ausser den feinsten Capillaren, welche jedoch immer noch Blutzellen, die bekanntlich sehr dehnbar sind, durchlassen, haben ältere Forscher noch feinere Gefässchen angenommen, sogenannte *Vasa serosa*, welche kein rothes Blut mehr, nur das Plasma desselben durchlassen, eine Annahme, welche von den meisten neuern Forschern verlassen worden ist. Nur *Hyrtl* glaubt noch solche Gefässe in der *Cornea* annehmen zu müssen, weil die Gefässe am Rande derselben, ohne in Venen überzugehen, dem Blicke sich entziehen und zu eng sind (beim Menschen eingespritzt von 2 μ), um noch Blutkörperchen zu führen. Er glaubt, dass dieselben noch weiter in *Vasa serosa* sich fortsetzen und vielleicht mit den noch nicht dargestellten Lymphgefässen zusammenhängen. Hiergegen bemerken *Brücke* und *Gerlach*, dass die Hornhautgefässe mit wirklichen Schlingen enden, wornach *Hyrtl's* Angaben als auf unvollständigen Einspritzungen beruhend erscheinen. Ich kann jedoch mittheilen, dass etwas den »*Vasa serosa*« Entsprechendes in der Hornhaut wirklich vorkommt, indem ich beim Hunde von den hier, wie überall am Rande derselben befindlichen, Blutkörperchen führenden Endschlingen aus feine und feinste Fäden noch weiter ins Innere sich fortsetzen sah, die netzförmig untereinander zusammenhingen und an den Vereinigungsstellen meist etwas verbreitert waren. Ob diese Fäden eine Höhlung und einen Inhalt besassen und mit den Höhlen der wirklichen Capillaren zusammenhingen, war nicht zu entscheiden, und möchte ich sie daher auch vorläufig doch nicht mit Bestimmtheit für offene Theile des Gefässsystemes erklären, dagegen stehe ich nicht im Geringsten an, sie dennoch demselben beizuzählen, denn auch wenn dieselben ohne *Lumina* sein sollten, so wird doch kaum eine andere Deutung möglich sein, als sie von dem beim Neugebornen fast die ganze *Cornea* deckenden Gefässnetze abzuleiten und für unwegsame Capillaren zu erklären. — Sollten diese Hornhautelemente nicht als *Vasa serosa* sich ergeben, so wüsste ich dann beim Erwachsenen keinen Ort, wo solche sich finden, dagegen sind plasmaführende Gefässe während der Entwickelung der Capillaren als vorübergehende Erscheinung überall vorhanden (siehe unten) und ist es daher wohl gedenkbar, dass auch später noch hie und da vereinzelt sich welche finden, oder vielleicht selbst in grösseren Mengen vorhanden sind, ähnlich wie auch bei den Nervenausbreitungen die Endigungen oft den embryonalen Charakter beibehalten. Die seiner Zeit von *Henle* aus dem Gehirne des Kalbes beschriebenen, mit Capillaren zusammenhängenden kernhaltigen Fäden, die *Vasa serosa* zu sein schienen, die vor nicht langer Zeit auch noch *Luschka* aus dem *Ependyma* als solche aufgefasst hat, sind von *Welcker* als künstlich gedehnte gewöhnliche Capillaren erkannt worden, womit auch *Henle* sich einverstanden erklärt hat.

Die gleichartige feine *Adventitia*, welche zuerst *Bruch* (Zeitschr. f. wiss. Zool. II. S. 270) und auch ich (Mikr. Anat. II. 1. S. 500. 2. S. 513) schon seit Langem von den Arterien des Gehirns bis zu den Capillaren herab beschrieben haben, kommt auch wirklichen Capillaren zu, ist jedoch mit der oben erwähnten Hülle dieser Gefässe nicht zu verwechseln, sondern Begrenzung eines perivasculären Lymphraumes (s. S. 314).

3. Von den Lymphgefässen.

§. 209.

Die Lymphgefässe stimmen mit Ausnahme ihres Inhaltes so sehr mit den Venen überein, dass eine kürzere Darstellung des Baues derselben genügt.

Die feinsten Lymphgefässe stellen überall, wo dieselben einer genaueren Untersuchung zugängig gewesen sind, geschlossene, dünnwandige Röhren dar, deren Bau im Wesentlichen derselbe ist, wie derjenige der feinsten Blutgefässe, und die desswegen als Lymphcapillaren, *Capillaria lymphatica*, bezeichnet werden können. Die ersten mit Sicherheit als solche erkannten Gefässe sind die im Jahre 1846 (*Annal. des sc. natur.*) von mir aufgefundenen Lymphgefässe der Schwänze der Batrachierlarven, die als zahlreiche, zierliche Bäumchen von einem oberen und unteren *Vas lymphaticum caudale* aus in den durchsichtigen Säumen der Schwänze sich ausbreiten und mit freien Ausläufern enden. Alle diese Gefässe, auch die Stämme, zeigen nichts als eine einzige, sehr zarte gleichartige Haut mit innen an derselben anliegenden Kernen (Fig. 427) und unterscheiden sich von den Blutcapillaren der genannten Larven, abgesehen von der Zartheit der Begrenzungshaut, einzig und allein durch die Anwesenheit von vielen kürzeren und längeren von ihrer Hülle ausgehenden feinen Zacken, die ihnen ein eigenthümlich buchtiges Aussehen geben. Eigenthümlich ist auch der Anfang dieser 4—11 μ breiten Gefässe, indem dieselben nur sehr wenige Anastomosen bilden, vielmehr auch in ganz ausgebildeten Schwänzen fast alle mit zugespitzten feinen Ausläufern beginnen. Diese Gefässe wurden früher von mir als durch Verschmelzung von Zellen entstanden angesehen, seit jedoch für die Blutcapillaren und für die feinsten Lymphräume anderer Orte nachgewiesen wurde, dass dieselben Intercellularräume sind und eine aus getrennten Zellen gebildete Wand besitzen, wurde es in hohem Grade wahrscheinlich, dass auch die besagten Lymphgefässe der Froschlarven eine solche Zusammensetzung haben (*His*), und wird sich nun wohl auch durch die Anwendung von Höllenstein zeigen lassen, dass bei ihnen ebenso wie bei den Blutcapillaren die Wandung aus selbständigen Zellen besteht; ich muss jedoch gestehen, dass meine nach dieser Richtung gemachten Versuche bis jetzt von keinem Erfolge begleitet gewesen sind, was ich vor Allem der Zartheit der fraglichen Gefässe und der Schwierigkeit, ihnen mit Silber beizukommen, zuschreibe.

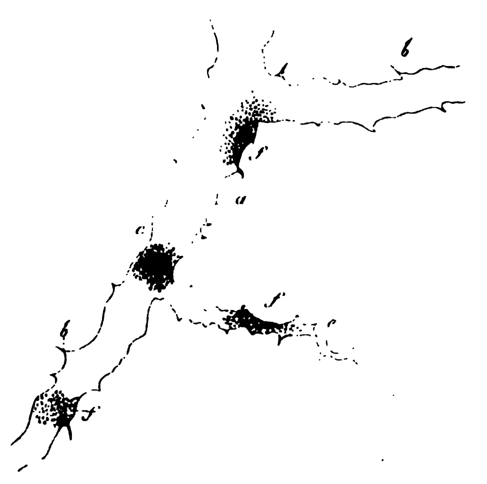


Fig. 427.

Fig. 427. Capillare Lymphgefässe aus dem Schwanze einer Froschlarve, 350 mal vergr. *a.* Membran derselben, *b.* spitze Ausläufer, welche dieselbe bildet, *c.* Anhäufung von Fettkörnchen, Rest des Inhaltes der ursprünglichen Bildungszellen, *e.* freier Ausläufer eines Astes, *f.* Kerne innerhalb der Anhäufungen der Fettkörnchen.



Fig. 428.

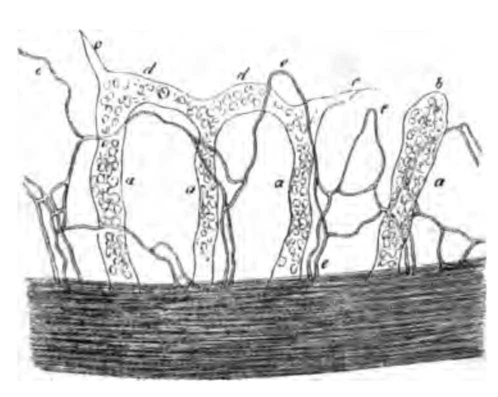


Fig. 429.

Ausser an dieser Stelle sind nur an wenigen anderen Orten die feinsten Lymphgefässe ohne Anwendung von besonderen Hülfsmitteln zu erkennen gewesen, wie in der Hornhaut von Säugern (*ich*), hie und da in den Darmzotten (*Frey, ich*), im submucösen Gewebe des Darmes (*Auerbach*), in der *Membrana nictitans* des Frosches (*Stricker, Langer*), dagegen hat man dieselben nach und nach an vielen Orten durch Injectionen dargestellt, in welcher Beziehung besonders die Untersuchungen von *Ludwig* und seinen Schülern, von *Frey, His, Teichmann, v. Recklinghausen, Langer* und andern als erfolgreich sich erwiesen. Hierbei ergab sich, dass diese Gefässe meist Netze, hie und da mit blinden Ausläufern, bilden, welche im Allgemeinen die Blutgefässe begleiten, jedoch viel zahlreicher sind und viel weiter vordringen, als man früher geahnt hatte, in welcher Beziehung die ausführlichen Angaben bei den einzelnen Organen nachzusehen sind. Bezüglich auf den Bau dieser Lymphgefässanfänge, die fast überall durch ihre Weite vor den Blutcapillaren sich auszeichnen und dieselben an gewissen Orten selbst um ein Bedeutendes übertreffen, machte sich anfangs im Anschlusse an Schilderungen von *Brücke* und *Ludwig* die Ansicht geltend, dass dieselben nichts als Gewebslücken oder wandungslose Räume im Bindegewebe seien; nachdem dann aber im Jahre 1862 durch *v. Recklinghausen* zuerst mit Hülfe der Versilberung an vielen dieser vermeintlichen Lymphräume ein Epithel nachgewiesen worden war, gelang es leicht, dasselbe an den meisten Stellen aufzudecken, und schreibt sich von dieser Zeit der grosse Umschwung in unserer Erkenntniss vom feineren Baue der Lymphcapillaren und auch der feinsten Blutgefässe her.

Fig. 428. Capillare Lymphgefässe aus dem Schwanze einer Froschlarve, 350mal vergr. *a*. Membran derselben, *b*. Ausläufer, welche dieselbe bildet, *c*. Reste des Inhalts der Zellen, welche diese Gefässe bilden, in dem Kerne versteckt liegen, *e*. blinde Enden der Gefässe. *f*. ein solches noch ziemlich deutlich als eine Bildungszelle erkennbar, *g*. freie Bildungszellen, im Begriff mit den wirklichen Gefässen sich zu vereinen.

Fig. 429. Capillaren und Lymphgefässe (?) am Hornhautrande einer jungen Katze. *aa*. Stämme der farblosen Gefässe, *b*. blindes, kolbiges Ende eines solchen, *c*. spitze Ausläufer, *d*. Schlingen derselben, *e*. Blutcapillar[illegible] mal vergr.

Gehen wir zu einer genaueren Beschreibung der Lymphcapillaren über, so zeigen sich bei denselben zwar manche Uebereinstimmungen mit den feinsten Blutgefässen, aber auch nicht unerhebliche Verschiedenheiten. Vor allem ist zu bemerken, dass die *Membrana cellularis* derselben oder ihr *Epithelium spurium* überall viel zarter ist. Während Blutcapillaren in der grossen Mehrzahl der Organe auch im nicht injicirten Zustande zu erkennen sind, sich leicht für sich darstellen lassen und ihre meist doppelt contourirten Wandungen deutlich zeigen, erkennt man die feinsten Lymphwege in der Regel — die oben bezeichneten Ausnahmen abgerechnet — nur wenn sie injicirt sind und ihre Zellenwand nur nach Behandlung mit Höllenstein. Im übrigen sind die zelligen Elemente ihrer Wandungen in ihren Gestalten denen der Blutcapillaren sehr ähnlich, nur dass die Umrisse der Zellen weniger zackig und eher von wellenförmigen Linien gebildet sind, und trifft man auch hier zwei Hauptformen, spindelförmige und mehr polygonale (Fig. 430), von denen die ersteren besonders den schmalen, letztere den weiteren Capillaren zukommen. Da jedoch die feinsten Canäle des Lymphsystems in der Regel einen bedeutenden Durchmesser haben und häufig die Form sinusartiger Räume annehmen, so wiegen hier mehr die polygonalen Formen vor. — Die Grösse der Epithelzellen beträgt hier im Allgemeinen 50—80—100 μ, doch kommen auch grössere und kleinere solche Elemente vor, und was ihre Kerne anlangt, so sind dieselben rundlich oder länglichrund und von 8—12—14 μ gross.

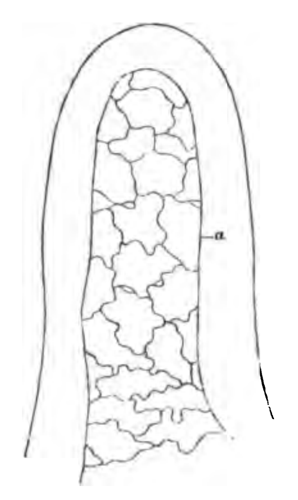


Fig. 430.

Mit Bezug auf die Anfänge der Lymphcapillaren, so sind nun noch mehrere wichtige Verhältnisse zu erwähnen. Einmal hat *v. Recklinghausen* in der ausgezeichneten Arbeit, in welcher er zuerst das Epithel der feinsten Lymphgefässe nachwies, die Behauptung aufgestellt, dass diese Gefässe noch mit besonderen Räumen im Bindegewebe zusammenhängen, welche den Theilen entsprechen, die man seit *Virchow* allgemein als Bindegewebskörperchen bezeichnet, doch fasst *v. R.* diese Elemente nicht als Zellen auf, sondern einfach als Hohlräume im Bindegewebe, an denen eine besondere Haut bis jetzt sich nicht habe erkennen lassen, und erst in diese Räume, die er Saftcanälchen nennt, verlegt er dann zellige Elemente ohne Ausläufer, die er als Bindegewebskörperchen bezeichnet. Diese Angaben sind von verschiedenen Seiten, vor allem von *His*, *Ludwig* und *Dybkowsky*, *Schweigger-Seidel* und *Langer* geprüft worden, doch vermochte keiner dieser Forscher ähnliche Verhältnisse aufzufinden, und glaubt selbst *Schweigger-Seidel* unmittelbar nachgewiesen zu haben, wie *v. R.* zu seinen Angaben gelangte. Was mich betrifft, so könnte ich nach meinen Erfahrungen nur in Einem ganz bestimmten Sinne an *v. R.* mich anschliessen, nämlich wenn derselbe einen Zusammenhang der Lymphcapillaren mit den wirklichen Zellen des Bindegewebes behaupten wollte. Ich habe nämlich bei Untersuchung der Entwicklung dieser Capillaren im Schwanze der Froschlarven schon vor Jahren gefunden, dass die Enden derselben häufig mit spindel- und sternförmigen Zellen zusammenhängen (Fig. 428 *f*), welche, wie diess *Leydig* später gethan hat, ganz füglich als Bindegewebskörperchen bezeichnet werden konnten. Nun sind mir allerdings an ausgebildeten Lymphcapillaren solche Verbindungen nicht vorgekommen,

Fig. 430. Darmzotte aus dem *Ileum* des Kalbes mit dem durch Höllensteineinspritzung deutlich gemachten Epithel des centralen Chylusgefässes. Im Epithel einige »Schaltplättchen«, die sicher keine Stigmata sind. Vergr. 300.

doch könnten dieselben möglicherweise auch noch in späteren Zeiten sich finden, und sprechen wenigstens in diesem Sinne die von *Chrzonszczewsky* vom *Peritoneum* des Huhnes beschriebenen Verhältnisse (*Virch.* Arch. XXXV. Taf. IV. Fig. 2), in Betreff welcher ich übrigens ein bestimmtes Urtheil abzugeben nicht im Stande bin.

Zweitens ist hier der überraschenden und sehr wichtigen Untersuchungen *v. Recklinghausen*'s zu gedenken, durch welche eine alte Annahme von *Mascagni*, dass die serösen Säcke mit dem Lymphgefässsysteme in offener Verbindung stehen, zum ersten Male wirklich durch Thatsachen schlagend bewiesen wurde. *v. R.* zeigte nämlich, dass die Lymphgefässe des *Centrum tendineum* des Zwerchfelles des Kaninchens mit dem *Cavum peritonei* durch Oeffnungen in Verbindung stehen, welche, etwa doppelt so gross wie rothe Blutzellen, im Leben und unmittelbar nach dem Tode nicht nur Flüssigkeiten, sondern selbst geformte Theilchen, wie Milchkügelchen, Blutzellen, Zinnobertheilchen u. s. w., durchlassen, so dass mit Leichtigkeit künstliche Füllungen der fraglichen Gefässe mit Milch, Zinnober u. s. w. von selbst sich erhalten lassen, wenn man die betreffenden Stoffe in die Bauchhöhle lebender Thiere einspritzt oder auf die Bauchhöhlenfläche des *Diaphragma* eben getödteter Thiere anbringt. Diese Ergebnisse sind von *Ludwig* und *Schweigger-Seidel* für das Zwerchfell des Kaninchens bestätigt und von *Dybkowsky* unter *Ludwig*'s Leitung auch auf die *Pleura* des Hundes ausgedehnt worden, ausserdem haben aber auch diese Forscher durch eine genaue Untersuchung der betreffenden serösen Häute den Nachweis geliefert, in welcher Weise eigentlich der Zusammenhang der Lymphgefässe mit den serösen Höhlen sich macht. Hierbei ergab sich, dass die Lymphgefässe kurze Ausläufer an die Oberfläche der *Serosa* entsenden, welche durch besondere Poren im Epithel, d. h. Lücken zwischen den Zellen desselben frei ausmünden. Und wenn auch die Beschaffenheit dieser Poren bei Säugethieren vielleicht noch nicht nach allen Seiten hinreichend festgestellt ist und für einmal nur die Beobachtungen von *Schweigger-Seidel* und *Dogiel* beim Frosche als ganz zweifellos zu betrachten sind, so kann doch angesichts aller ermittelten Thatsachen das Vorkommen freier Ausmündungen der Lymphgefässe am Epithel füglich nicht beanstandet werden, und ist die Wissenschaft durch *v. Recklinghausen* durch die Erkenntniss einer tief eingreifenden Thatsache bereichert worden. *v. R.* hat dieselbe auch gleich physiologisch zu verwerthen gesucht, indem er annimmt, dass die Flüssigkeit, welche die serösen Säcke nach ihm immer in einer gewissen Menge enthalten, immerwährend von den Lymphgefässen aufgenommen werde. Da nun diese Flüssigkeit nach

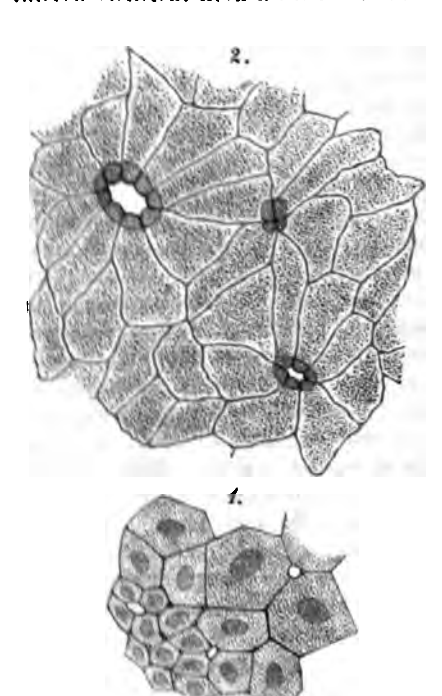


Fig. 431.

Fig. 431. 1. Ein Stückchen Epithel der Peritonealfläche des *Centrum tendineum* des Kaninchens mit 3 Lücken (Poren) zwischen den Epithelzellen. Nach *Ludwig* und *Schw.-Seidel*. 2. Epithelzellen der Bauchhöhlenfläche der *Cysterna lymphatica magna* des Frosches mit 2 offenen und einer geschlossenen Pore. Die dunklen, um die Oeffnungen befindlichen Flecken sind die Kerne der Zellen. Nach *Schweigger-Seidel* und *Dogiel*.

v. R. auch stets lymphkörperchenartige Zellen enthält, welche den gemachten Erfahrungen zufolge auch übergehen könnten, so wäre so eine neue Ursprungsquelle der farblosen Blutzellen aufgedeckt. — In Betreff der Abstammung der Zellen in den serösen Transsudaten, so denkt *v. R.* an einen Uebertritt derselben aus dem Bindegewebe der *Serosa*, hält aber auch Beziehungen des serösen Epithels zu denselben nicht für undenkbar, welche letztere Möglichkeit *Ludwig* und *Schweigger-Seidel* durch den Nachweis von Vermehrungserscheinungen an den Epithelzellen des *Diaphragma* des Kaninchens unterstützen (l. i. c. Fig. 6). Auch ich schliesse mich dieser letzteren Auffassung an und zwar aus dem Grunde, weil, wie ich schon seit langem weiss, ohne Ausnahme am Peritonealepithel des Menschen, und zwar des *Omentum majus*, eine Menge Heerde mit wuchernden Epithelzellen sich finden, die meist als knollige, kugelige Vorsprünge auftreten und aus lymphkörperchenartigen Zellen bestehen.

Der Uebergang der Lymphcapillaren in die stärkeren Lymphgefässe ist noch wenig untersucht, doch ist so viel sicher, dass in dieser Beziehung sehr wechselnde Verhältnisse sich finden. So scheinen Lymphgefässe, die in dichteren Geweben verlaufen, erst spät eine zweite Hülle zu ihrem Epithel zu erhalten, und habe ich wenigstens an den 0,1 — 0,7 mm weiten Lymphsinus der *Peyer*'schen Drüsen des Kaninchens keine andere Lage als die *Membrana cellularis* zu unterscheiden vermocht. Auf der andern Seite zeigen Gefässe von 30 — 40 μ aus dem *Mesenterium* von Säugern schon eine bindegewebige äussere Wand, und bei solchen von 0,2 mm sind schon die Lagen vorhanden, die auch bei mittelstarken Gefässen von 2 — 3 mm sich fanden. Es besitzen diese Gefässe drei Häute. Die *Intima* besteht aus einem Epithel von verlängerten, jedoch kürzeren Zellen und einer einfachen, selten doppelten elastischen Netzhaut mit Längsrichtung der Fasern, die mit Bezug auf die Stärke ihrer Fasern und die Enge der Maschen mannichfachen Wechseln unterworfen ist, jedoch nie starkfaserig oder zu einer wirklichen elastischen Haut wird (nach *Weyrich* fehlt diese Haut in den Lymphgefässen des *Mesenterium*, wogegen ich dieselbe in denen des *Plexus lumbalis* und der Extremitäten immer vorfand). Dann folgt eine stärkere *Media* aus querverlaufenden glatten Muskeln, mit feinen, ebenfalls queren elastischen Fasern, endlich eine *Adventitia* mit längsverlaufendem Bindegewebe, spärlichen Netzen feiner elastischer Fasern und einer grössern oder geringern Zahl schief und der Länge nach verlaufender glatter Muskelbündel. Diese letztern fand ich in den Extremitäten noch an Gefässen von 0,2 mm und halte ich dieselben für ein gutes Merkmal, um Lymphgefässe von kleinen Venen zu unterscheiden (s. meine Mikr. Anat. II. 1. S. 236).

Der *Ductus thoracicus* weicht von den kleinern Lymphgefässen in einigen Beziehungen ab. Auf das gleichbeschaffene Epithel folgen einige streifige Lagen und dann eine elastische Netzhaut mit Längsrichtung der Faser, doch misst die ganze *Intima* kaum 13 — 22 μ. Die 56 μ dicke *Media* beginnt mit einer ganz dünnen Lage von längsverlaufendem Bindegewebe mit elastischen Fasern, und besteht im Uebrigen aus einer queren Muskelschicht mit feinen elastischen Fasern. Die *Adventitia* endlich enthält längsziehendes Bindegewebe sammt elastischen Fäserchen und einzelne netzförmig zusammenhängende Bündel von Längsmuskeln. — Die Klappen dieses Canals und der Lymphgefässe überhaupt stimmen vollkommen mit denen der Venen überein.

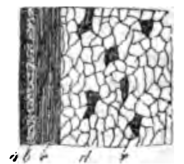


Fig. 432.

Fig. 432. Querschnitt des *Ductus thoracicus* des Menschen, 30mal vergr. *a.* Epithel, gestreifte Lagen und elastische Innenhaut, *b.* längsziehendes Bindegewebe der *Media*, *c.* quere Muskeln derselben, *d. Adventitia* mit (*e.*) den längsverlaufenden Muskeln.

Die **Blutgefässe** der Lymphgefässe verhalten sich am *Ductus thoracicus* wie an den Venen. — **Nerven** sind an denselben noch keine gefunden.

Es ist hier der Ort, etwas näher auf die Zellenhaut der capillaren Lymph- und Blutgefässe einzugehen, vor allem auf den Nachweis derselben durch Silbersalze. Es ist leicht begreiflich, dass die ersten Angaben von *v. Recklinghausen* nicht den Glauben fanden, den sie verdienten, einmal weil es demselben nicht gelungen war, die Kerne der fraglichen Zellen zu sehen und dann, weil die vielgestaltigen Silberniederschläge im umliegenden Bindegewebe, die zur Aufstellung der Saftcanälchen führten, dem Glauben an das Gesetzmässige der Erscheinung Eintrag thaten. So kam es, dass von verschiedenen Seiten Zweifel laut wurden, wie durch *Henle*, *Adler*, *Hartmann*, *Federn*, *Stricker* u. a. Wer jedoch selbst die Mühe sich nehmen wollte, eine Reihe von epithelialen Bildungen mit und ohne Silber zu untersuchen, der musste bald zur Ueberzeugung kommen, dass es bei den Silberniederschlägen wesentlich um regelrechte Bildungen sich handle, und kam dann auch bald der Nachweis der Kerne der betreffenden Zellen und der Möglichkeit, die letzteren durch kaustisches Kali oder Maceration in Iodserum für sich darzustellen, hinzu. Immerhin kann zugegeben werden, dass unter Umständen das Silber schwer zu deutende Bilder erzeugt und dass bei diesen Untersuchungen stets mit Vorsicht zu verfahren ist. Bei Gefässen ist die Einspritzung mit Leim und Silber jeder andern Methode weit vorzuziehen, denn wenn die Gefässe nicht prall gefüllt, so erzeugen die sich deckenden Linien der beiden Wandungen oft kaum zu enträthselnde Bilder. Solcher Art sind die Präparate, die *Federn* untersucht und abgebildet hat, die ich aus eigener Anschauung kenne, jedoch keineswegs als beweisend für die Deutung der dunklen Linien als Fasern halten kann. Ferner ist es zweckmässig, die Höllensteinlösung möglich verdünnt zu nehmen (eher unter als über 1/4 %) und nur sehr kurz einwirken zu lassen, indem sonst statt einfacher linienförmiger Zellengrenzen verschiedentlich knotige, breitere Streifen entstehen. Diese Bildungen, die in vielen Abbildungen zu sehen sind, sind nicht mit Sicherheit erklärt. Nach *v. Recklinghausen* bilden sich die Silberniederschläge in einem die Epithelzellen vereinenden Kitte oder einer Zwischensubstanz, *Auerbach* dagegen ist geneigt anzunehmen, dieselben entstünden in Furchen der freien Oberfläche der betreffenden Häute. Mir scheinen beide Annahmen im Rechte zu sein in der Art, dass meiner Meinung nach zarte Niederschläge in einer Intercellularsubstanz ihre Lage haben, dickere und unregelmässige Ablagerungen dagegen auf der innern Oberfläche der Zellen. Damit soll nicht gesagt sein, dass nicht auch unter Umständen die Zwischensubstanz stellenweise stärker, an andern Orten weniger mächtig angesammelt sein kann, nur so viel, dass ich bei vorsichtiger Anwendung des Höllensteins vorwiegend zarte, regelmässige Silberlinien, bei unvorsichtiger knotige und dicke solche Züge gefunden habe, was eben für die obige Auffassung spricht. Mit der Annahme von *Stigmata* oder Poren zwischen den Zellen kann man nicht vorsichtig genug sein, und ist in dieser Beziehung gewiss gefehlt worden. Ausser den Knoten an den Silberlinien, die sicher nicht hierher zählen, kommen nämlich noch die von *Auerbach* sogenannten **Schaltplättchen** in Betracht (Fig. 430), welche entweder abgeschnürte Stellen von Zellen sind oder von einem Uebereinandergreifen von Zacken derselben herrühren. Aechte *Stomata* haben, wie mir scheint, bis jetzt nur die Leipziger Untersuchungen unter *Ludwig* und *Schweigger-Seidel* zu Tage gefördert, abgesehen von dem, was *v. Recklinghausen* in dieser Beziehung aufgefunden hatte. Den Namen »**Perithel**«, den *Auerbach* für die *Membrana cellularis* der Gefässe vorschlägt, kann ich ebenso wenig billigen, wie den von »Endothel«, in welcher Beziehung S. 50 nachzusehen ist.

Die *Stomata* in der Wand der grossen Lymphcysterne der Abdominalhöhle des Frosches messen auf der Seite der Bauchhöhle nach *Schweigger-Seidel* und *Dogiel* 12—45 μ.

Von den Blutcapillaren der Nickhaut des Frosches beschreibt *Stricker* eine vollständige Einscheidung derselben durch Lymphräume, welche nach *Langer*'s neuesten Untersuchungen nicht vorhanden ist, wohl aber begleiten Lymphcapillaren je zu zwei eine Blutcapillare.

In welcher Ausdehnung grössere interstitielle Räume im Körper mit Lymphgefässen in offener Verbindung stehen, werden weitere Untersuchungen zu ergeben haben. Vor allem werden nun die andern serösen Häute, dann die Synovialhäute, die Räume um das centrale Nervensystem herum zu untersuchen sein, möglicherweise finden sich aber auch

kleinere, bisher für Lymphsinus gehaltene Räume, die in einem ähnlichen Verhältnisse zu röhrenförmigen Lymphgefässen stehen, wie sie am *Peritoneum* nachgewiesen sind. — In pathologischer Beziehung verdienen diese Verhältnisse sicher auch die grösste Beachtung, und hat schon *v. Recklinghausen* begonnen, nach dieser Seite das Facit zu ziehen (Sitzungsberichte d. phys. med. Ges. z. Würzb. 16. Dec. 1865).

§. 210.

Lymphdrüsen, *Glandulae lymphaticae.* Die Lymphdrüsen sind sowohl beim Menschen als bei verschiedenen Thieren in ihrem feineren Baue so verschieden ausgeprägt, dass es nicht leicht möglich ist, eine allgemeine, ganz zutreffende Schilderung derselben zu geben. Ich halte es daher für das zweckmässigste, eine Beschreibung der Lymphdrüsen der Wiederkäuer voranzustellen, bei welchen Thieren, den bisherigen Erfahrungen zufolge, alle Theile am vollkommensten und schönsten ausgebildet sind, und an diese dann die Besprechung der Organe des Menschen anzureihen.

Die Lymphdrüsen der Ochsen, die besonders durch die sorgfältigen und ausgezeichneten Untersuchungen von *His* bekannt geworden sind, bestehen für das blosse Auge, wie Durchschnitte lehren (Fig. 433), aus einer Hülle, einer Rinden- und einer Marksubstanz, von denen die letztere ein grauröthliches, schwammiges, die Rindensubstanz dagegen ein weissröthliches, eher grobkörniges Ansehen darbietet. Macht man feine Schnitte durch in Alkohol erhärtete Drüsen, so erkennt man an Rinde und Mark schon bei schwacher Vergrösserung (Fig. 434) zwei Bestandtheile, die zwar hier und dort in Grösse und Gestalt verschieden sind, aber doch wesentlich ganz den nämlichen Bau besitzen, und zwar 1) ein gröberes Balkengerüste und 2) eine körnige, zellen- und blutreiche, von ersterem umschlossene Substanz, die Pulpa oder das Parenchym der Lymphdrüsen. Die Balken gehen alle von der innern Oberfläche der Hülle des Organes ab, stellen je nach den verschiedenen Gegenden breitere oder schmälere Blätter und platte oder drehrunde Fasern

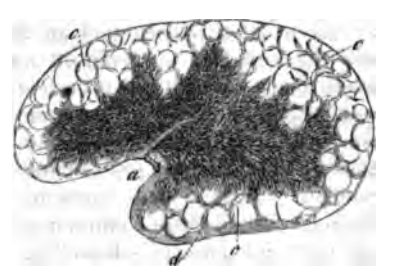


Fig. 433.

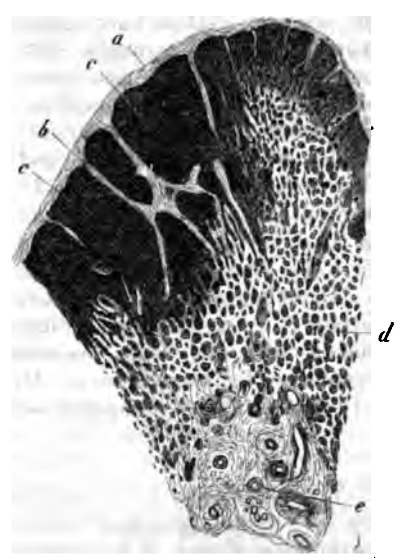


Fig. 434.

Fig. 433. Querschnitt aus einer Mesenterialdrüse des Ochsen, 8mal vergr. *a. Hilus* der Drüse, *b.* Marksubstanz mit feinen Netzen von Lymphgängen, *c.* Rindensubstanz mit undeutlichen Alveolen, *d.* Hülle des Organes.

Fig. 434. Senkrechter Schnitt von der Oberfläche bis zur Mitte aus einer in Alkohol erhärteten Inguinaldrüse des Ochsen mit Essigsäure, 11mal vergr. *a.* Faserhaut der Drüse, *b.* Balken der Rindensubstanz, *c.* Parenchym der Rinde in Gestalt rundlicher Knoten, *d.* Marksubstanz, in der die hellen Züge die Balken, die dunklen Massen das Parenchym darstellen, *e.* Bindegewebskern mit grösseren Gefässen. — Das ganze Balkensystem erscheint, weil in der Essigsäure gequollen, etwas zu breit.

dar, und bilden durch mannichfaches Zusammenstossen ein die ganze Drüse durchziehendes Maschenwerk, dessen Lücken alle miteinander zusammenhängen. In der Rinde sind diese Lücken, die hier Alveolen oder Follikel heissen, grösser (von 0,36—1 mm), rundlich von Gestalt und mehr von einander getrennt, d. h. nur durch einzelne kurze, canalartige Gänge unter einander verbunden, in der Marksubstanz dagegen mehr schmal (von 22—100 μ und mehr), röhrenartig und sehr zahlreich zusammenhängend. Diesem entsprechend erscheint die Pulpa, die alle Lücken des Balkennetzes genau erfüllt, in der Rindensubstanz in Gestalt rundlicher, mehr weniger getrennter Knoten, im Marke in Form walzenförmiger, vielfach verbundener Stränge, mit dem Bemerken jedoch, dass zwischen beiden Geweben durchaus keine scharfe Abgrenzung sich findet, so wie ferner, dass auch in der Rinde zwischen den einzelnen Pulpaknoten schmale Verbindungsstränge und im Marke an den Strängen da und dort rundliche Anschwellungen vorkommen. — Die Ausdehnung der beiden Substanzen anlangend, so gibt die Fig. 433 ein gutes Bild und zeigt, dass die Rinde selbst an einer und derselben Drüse verschieden mächtig ist und in der Breite 1—3, ja selbst 4 Alveolen enthält. Ebenso verhält es sich mit verschiedenen Drüsen, doch ist im Allgemeinen die Zahl der Alveolenreihen um so geringer, je kleiner die Drüse. Da und dort kommen in gewissen Drüsen begrenzte Stellen vor, wo die Rindensubstanz selbst ganz fehlt und die Marksubstanz die Oberfläche erreicht.

Bis jetzt haben wir die Pulpa oder das Parenchym der Lymphdrüsen als einen gleichartigen Bestandtheil dieser Organe aufgefasst. Untersucht man dieselbe jedoch an eingespritzten Drüsen und an feinen Schnitten erhärteter Organe, die nach dem Verfahren von *His* ausgepinselt wurden (Fig. 435), so ergibt sich, dass dieselbe wiederum aus **zwei** Theilen besteht. Jeder Abschnitt derselben nämlich in der Rinde sowohl wie im Marke, mag er nun einen grösseren Knoten oder ein schmäleres, strangförmiges Gebilde darstellen, zeigt einen inneren, dichteren, Blutgefässe führenden Kern und eine äussere, denselben ringsumgebende Lage von lockerem Gefüge und ohne Blutgefässe, der mehr wie ein gefässartiger Raum erscheint. Einspritzungen der Lymphgefässe zeigen, dass diese äusseren Räume die Bahn darstellen, durch welche die Lymphe für gewöhnlich die Drüse durchfliesst, und wollen wir dieselben (Fig. 435 *b*) daher mit *His* als **Lymphsinus** oder als **Lymphgänge** bezeichnen (bei *Frey* sind diess in der Rinde

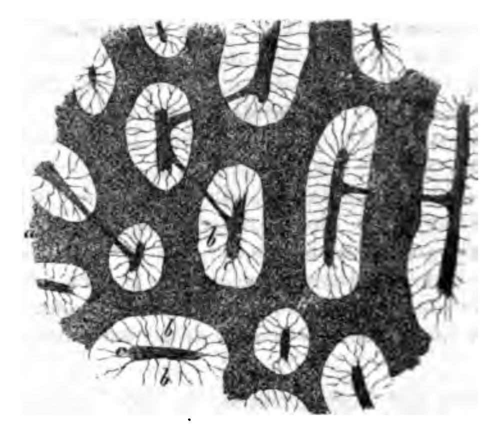


Fig. 435.

die »Umhüllungsräume der Follikel«, im Marke »die cavernösen Gänge der Marksubstanz«). Die dichteren, Blutgefässe führenden Theile der Pulpa (Fig. 435 *a*) bedürfen nun auch eines besonderen Namens, und bezeichnen wir dieselben als »eigentliche Drüsensubstanz« (*His*) und die einzelnen Abschnitte derselben als »**Rindenknoten**« (Ampullen oder Corticalampullen, *His*; Alveolen, *Frey*) und

Fig. 435. Feiner Schnitt aus der Marksubstanz einer in Alkohol erhärteten Inguinaldrüse des Ochsen, ausgepinselt und 90mal vergr. *a*. Markstränge (Markschläuche, *His*; Lymphröhren, *Frey*), *b*. Lymphsinus oder Lymphgänge mit dem sie durchsetzenden *Re*ticulum, *c*. Balken.

»Markstränge« (Drüsenschläuche oder Markschläuche. *His*; Lymphröhren, *Frey*).

Nach dieser allgemeinen Schilderung des Verhaltens der Lymphdrüsen des Ochsen wenden wir uns nun zur genaueren Betrachtung der einzelnen Theile.

1) Hülle und Balkennetz. Die *Tunica fibrosa*, ausser welcher noch ein lockeres, fettzellenhaltiges, gewöhnliches Bindegewebe als äussere Umhüllung da ist, besteht beim Ochsen, wie *His* mit Recht angibt, vorwiegend aus glatten Muskeln, deren Elemente durch die bekannten Hülfsmittel sehr leicht nachzuweisen sind. Dasselbe gilt von allen Balken im Innern des Organes, mit einziger Ausnahme der Umhüllungen der eintretenden Blutgefässe und ihrer Hauptäste, welche aus gewöhnlichem Bindegewebe bestehen. Auch beim Pferde und Schafe sind nach *v. Recklinghausen* die Muskeln der Balken ungemein entwickelt.

2) Eigentliche Drüsensubstanz (Rindenknoten und Markstränge). Dieser unstreitig wichtigste Theil der Lymphdrüsen hat beim Ochsen in der Rinde und im Marke wesentlich dieselbe Zusammensetzung, und besteht aus der von mir sogenannten cytogenen Bindesubstanz und zahlreichen Gefässen, stimmt somit im Wesentlichen im Baue überein mit dem Innern der Follikel des Darmes und der Milzbläschen. Das *Reticulum* ist auch hier ursprünglich ganz entschieden ein Zellennetz, zeigt jedoch beim erwachsenen Thiere nur noch da und dort Kerne und Kernreste, und besteht wesentlich aus einem dichten Netzwerke feiner Fasern. Im Innern der Drüsensubstanz hängt dieses Netzwerk allerwärts durch Ausläufer mit der Oberfläche der Blutgefässe zusammen und bildet um die gröbern derselben und selbst um einzelne Capillaren zarte Scheiden. Ebenso verdichtet sich dasselbe an der Oberfläche der Rindenknoten und Markstränge, mithin an der Grenze gegen die Lymphsinus, und stellt wie eine Hülle der erstgenannten Theile dar, welche jedoch ebenso wenig wie bei den Milzbläschen und Darmfollikeln als eine besondere Haut zu denken ist, sondern einzig und allein aus dichteren Fasernetzen besteht und auch ganz bestimmt keinen vollkommenen Abschluss der Drüsensubstanz gegen die Lymphsinus darstellt, so dass nicht nur Flüssigkeit, sondern selbst geformte Theilchen aus dieser in jene und umgekehrt überzutreten im Stande sind.

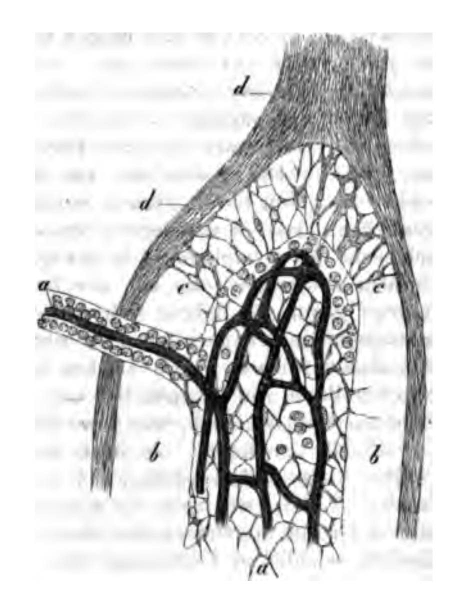


Fig. 436.

In den Maschen des *Reticulum* liegen eine Unmasse von zelligen Elementen, die mit denen des Chylus und der Lymphe in allen wesentlichen Verhältnissen übereinstimmen, und bei einer Grösse von

Fig. 436. Aus der Marksubstanz einer von der Arterie mit Chromblei eingespritzten Mesenterialdrüse des Ochsen. Ausgepinselt und 300mal vergr. *a*. Ein Markstrang, in dem das Capillarnetz, das feine *Reticulum* und noch einzelne Lymphkörperchen sichtbar sind; *bb*. denselben umgebender Lymphgang, in dem das überall vorhandene, aus kernhaltigen Zellen bestehende *Reticulum* nur bei *cc*. gezeichnet ist. Die Lymphkörperchen des Lymphganges sind ausgepinselt. *dd*. Fast ganz aus glatten Muskeln bestehende Balken, *a'*. ein kleiner Markstrang mit nur Einem Blutgefässe und mit Lymphzellen gefüllt.

6—9 μ, seltener von 11—15 μ, einfache oder mehrfache Kerne besitzen. Diese Zellen haften sehr fest in dem *Reticulum*, lassen sich jedoch durch langes Auspinseln feiner Schnittchen doch fast ganz entfernen, in welcher Beziehung zu bemerken ist, dass dieselben in der Nähe der dichteren Begrenzungsschicht der Drüsensubstanz immer am zähesten festhaften. Abgesehen hiervon ist nun noch Folgendes über die Drüsensubstanz des Ochsen zu bemerken. Die Markstränge, deren Durchmesser nach *His* 73—220 μ ist, sind die unmittelbaren Fortsetzungen der innersten Rindenknoten, in der Art, dass von jedem dieser immer mehrere, selbst 3—5 Stränge abgehen. Der Verlauf dieser Stränge ist zwar im Allgemeinen ein sehr wandelbarer, doch gehen die Hauptzüge derselben immer gegen die *Vasa lymphatica efferentia*. An Querschnitten von Drüsen mit einem deutlichen *Hilus* (Fig. 433) ziehen dieselben daher von allen Seiten gegen diesen zu, während sie in andern einfach gegen die Mitte zustreben und auf Längsschnitten mehr eine federförmige Zeichnung bedingen. — In den Rindenknoten der Ochsen sind von *His* noch besondere Bildungen entdeckt worden, die er mit dem Namen der »Vacuolen« bezeichnet. Es sind diess, wie leicht zu bestätigen ist, 0,28—0,56 mm grosse, hellere, rundliche Stellen, die zu 1—4 und noch mehr oberflächlich in den äussersten Rindenknoten sich finden. Das *Reticulum* ist in diesen Vacuolen weitmaschiger und kann in der Mitte selbst gänzlich fehlen, dieselben stellen mithin wie Höhlungen mit weicherem Inhalte inmitten der derberen Substanz der Rindenknoten dar.

3) Lymphsinus oder Lymphgänge. Diese 22—68—90 μ weiten Räume (Figg. 435 und 436) umgeben die Drüsensubstanz von allen Seiten und stellen somit ein zwischen dieser und den Balken befindliches, netzförmiges Canalsystem dar, das die ganze Drüse durchzieht und, wie wir später sehen werden, einerseits die *Vasa lymphatica inferentia* aufnimmt, andererseits in die *Vasa efferentia* ausmündet. Der Bau dieser Lymphgänge ist übrigens nicht der von Gefässen, vielmehr stellen dieselben mehr nur einen lockeren Theil der Pulpa dar und haben wesentlich denselben Bau, wie die Drüsensubstanz, nur dass sie keine Blutgefässe enthalten. Das *Reticulum* ist in den Lymphgängen vorzüglich aus kernhaltigen Zellen gebildet und so beschaffen, dass es vorwiegend aus spindelförmigen schmalen Zellen und Fasern besteht, die die Lymphgänge in der Querrichtung durchsetzen und auf Schnitten wie Strahlen erscheinen, die von der Drüsensubstanz (den Marksträngen und Rindenknoten) gegen die Balken sich erstrecken. Uebrigens kommen seitliche Ausläufer an diesen Strahlen auch vor und gibt es Stellen, die vollkommen den Namen eines *Reticulum* verdienen. — Die Lücken in dem *Reticulum* der Lymphsinus sind von einer lockeren Masse von Lymphzellen und Flüssigkeit erfüllt, von denen die ersteren sehr leicht auszupinseln sind, was dann Bilder gibt, wie sie die Fig. 436 darstellt.

4) Blutgefässe. Je nach der Grösse der Lymphdrüsen treten mehr oder weniger kleine Arterienstämmchen an einer nabelartig vertieften Stelle oder in einer Furche (*Hilus*), wo meist die Rindensubstanz fehlt, in das Organ hinein. Bei den äussern Drüsen des Ochsen sind diese Gefässe und ihre ersten Verästelungen von einer ziemlich reichlichen Umhüllung von gewöhnlichem Bindegewebe umgeben, welches auf Durchschnitten innerhalb der Marksubstanz wie besondere Kerne oder Nester bildet (Fig. 434), bei den Mesenterialdrüsen dagegen ist diese Umhüllung spärlich und schwindet bald ganz. Hier wie dort treten die feineren Verästelungen der Arterien einerseits in die Markstränge, andererseits in gewisse Trabekeln. Von diesen letztern geht ein Theil später auch noch an Markstränge, ein anderer Theil gelangt mit den Trabekeln, von denen die stärkeren auch feinere Verzweigungen besitzen, bis in die Hülle des Organes, um hier seine Endausbreitung zu finden. Die in die Markstränge eingetretenen Arterienzweige verbreiten sich theils in diesen selbst, theils gelangen sie von hier aus in die Rindenknoten. An beiden Orten gehen sie in ein ziemlich reiches Capillarnetz über, aus dem dann die Venen sich bilden, die denselben Weg wie die Arterien zurücklaufen. In den Marksträngen liegen die stärkeren Gefässe, wo sie

vorkommen, immer in der Mitte; die Capillaren, deren Durchmesser 9 μ beträgt, mehr nach aussen, so dass ihre Netze, deren Maschen meist vieleckig sind, an der Oberfläche sich befinden. In den Rindenknoten finden sich 2—3 von innen eintretende Stämmchen, deren Verästelung oft auf zwei benachbarte Knoten sich vertheilt. Indem diese noch gegen den Umfang des Knotens zu sich verzweigen, gehen sie sofort in ein Capillarnetz über, das den ganzen Knoten durchzieht, jedoch auch hier an der Oberfläche am dichtesten ist. — Die Lymphsinus finde auch ich wie *His* von Capillaren ganz frei, und gebe ich *His* für den Ochsen auch zu, dass keine Gefässe von aussen unmittelbar an die Rindenknoten treten. Ueber die Venen der Lymphdrüsen des Ochsen hat sich *His* nicht weiter geäussert. Nach meinen Erfahrungen zeichnen sich dieselben durch ihre Weite und vor Allem durch den Umstand aus, dass sie mit ihren gröberen und feineren Aesten durch die ganze Drüse reiche Netze bilden, so jedoch, dass die Vacuolen und die äusseren Theile der Rindenknoten überhaupt von denselben frei bleiben.

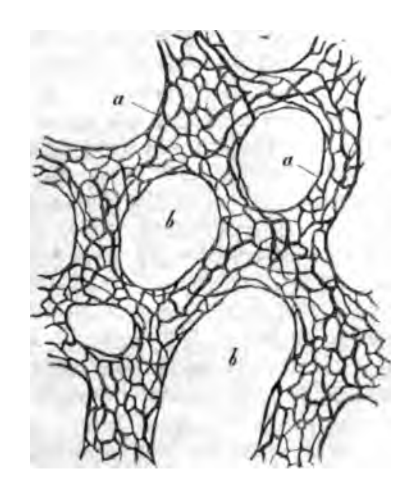


Fig. 437.

5) Lymphgefässe. Die *Vasa lymphatica afferentia* verästeln sich zuerst in der lockern Bindegewebshülle der Drüsen und treten dann in die Faserhaut, in der sie weitere Theilungen erfahren. Ihre Enden durchbohren diese und münden in die Lymphsinus der Rindenknoten ein, welche von nun an ihre Stelle vertreten. Bis zur Faserhaut besitzen diese Gefässe alle ihre Häute, in dieser zeigen sie nur noch eine Bindegewebshülle und ein durch Silber leicht nachzuweisendes Epithel, welches auch die die Rindenknoten umgebenden Sinus auskleidet (*His, ich*). Dass die Lymphsinus die unmittelbaren Fortsetzungen der eintretenden Lymphgefässe sind, hat *His* beim Ochsen durch Einspritzungen der *Vasa afferentia* über jeden Zweifel erhaben bewiesen und zugleich gezeigt, dass die Lymphbahn weiter bis in die Lymphsinus des Markes führt. Dagegen ist es ihm nicht möglich gewesen, den Zusammenhang der letzteren mit den *Vasa efferentia* durch unmittelbare Beobachtung nachzuweisen. Ich kann diese Lücke ausfüllen, indem es mir an den sehr langen und schmalen Mesenterialdrüsen des Ochsen gelungen ist, durch Einspritzungen, welche durch Einstiche in das Mark gemacht wurden, die *Vasa lymphatica efferentia* zu füllen. Meinen Untersuchungen zufolge bilden die *Vasa efferentia*, nachdem sie durch Theilungen bis zu 45—90 μ sich verschmälert haben, am Drüsenhilus, jedoch noch ausserhalb der hier allein befindlichen Marksubstanz, ein reichliches Netz, das auf Flächenschnitten sehr leicht zur Anschauung kommt und ein sonderbares Ansehen gewährt, das die Fig. 438 vollkommen naturgetreu wiedergibt. Alle Gefässe des Netzes nämlich sind sehr stark geschlängelt und mit zahlreichen Ausbuchtungen versehen, woher es kommt, dass, wo dieselben dicht stehen, wie auf der einen Seite der Figur, nahezu das Bild einer traubenförmigen Drüse entsteht. Sind dagegen die Lymphgefässe minder nahe beisammen gelegen, wie auf der linken Seite der Figur 438, so erkennt

Fig. 437. Gefässe einiger Markstränge einer mit Chromblei von der Arterie aus eingespritzten Mesenterialdrüse des Ochsen, 100mal vergr. In diesem Falle waren keine stärkeren Gefässe in den Marksträngen sichtbar. *a*. Markstränge, *b*. Räume, die von den Lymphsinus und Balken eingenommen werden, die nicht dargestellt sind.



Fig. 438.

man deutlich, wie dieselben netzförmig unter einander sich verbinden. Im Allgemeinen nun finden sich die dichtesten Netze in 2—4 Lagen übereinander, mehr oberflächlich am *Hilus*, während dieselben in der Tiefe gegen die Marksubstanz zu lockerer werden. Die Art und Weise der Verbindung dieser Gefässe mit der Marksubstanz habe ich auf Flächenschnitten nicht zu verfolgen vermocht, dagegen erkennt man an Quer- und vor Allem an Längsschnitten, wenn auch nur in einzelnen Fällen, doch sicher und bestimmt, dass das Verhältniss beider Theile zu einander in der That das ist, das schon *His a priori* erschlossen hat. Die Fig. 439 stellt den deutlichsten von mir gesehenen Fall dar und ersieht man aus derselben, dass die Höhlungen der feinsten Lymphgefässe in die Lymphsinus sich fortsetzen, während die Markstränge hier einfach enden und keinerlei Verbindung mit den Lymphgefässen eingehen. Bei starken Vergrösserungen sieht man auch, dass die feinsten Lymphgefässe noch zarte, bindegewebige Wandungen haben, welche in das Balkennetz der Marksubstanz sich verlieren, dagegen habe ich an meinen Einspritzungen mit Chromblei nicht zu erkennen vermocht, ob die Lymphgefässe hier auch das Epithel besitzen, das in den Stämmen der ausführenden Gefässe sicher vorhanden ist.



Fig. 439.

Nach dieser ausführlichen Schilderung der Lymphdrüsen des Ochsen wende ich mich nun zum M e n s c h e n, und bemerke ich zuerst, dass die Lymphdrüsen der Leichen, die man gewöhnlich zur Untersuchung erhält, häufig verkümmert und nicht geeignet sind, gute Bilder vom Baue dieser Organe zu geben. Man wähle daher vor Allem saftige pralle Drüsen junger und plötzlich Verstorbener. An solchen überzeugt man sich leicht, dass die innern Drüsen, vor Allem die der

Fig. 438. Plexus der *Vasa efferentia* einer Mesenterialdrüse des Ochsen mit Chromblei durch einen Einstich in die Drüse eingespritzt, von der Fläche, 42mal vergr., bei auffallendem Lichte gezeichnet.

Fig. 439. Senkrechter Längsschnitt durch den *Hilus* einer Mesenterialdrüse des Ochsen, deren *Vasa efferentia* durch Einstich mit Chromblei eingespritzt sind, 42mal vergr. und bei Beleuchtung von oben dargestellt. *a*. Plexus der *Vasa efferentia*, von dem einzelne Aestchen an die benachbarten Lymphsinus *b* gehen, *c*. Markstränge, *d*. Balken der Marksubstanz.

Bauch- und Beckenhöhle, wesentlich in derselben Weise gebaut sind, wie die Drüsen des Ochsen, während bei den äussern Drüsen (*Axilla*, Inguinalgegend) etwas Besonderes hervortritt. Diese Drüsen bestehen zwar scheinbar auch aus Rinden- und Marksubstanz, untersucht man jedoch näher, so zeigt sich, dass die innere Substanz nicht dem entspricht, was beim Ochsen als Marksubstanz bezeichnet wurde, sondern eine besondere Lage ist, die mit *His* als »*Hilusstroma*« bezeichnet werden kann. Dieses *Hilusstroma*, auf das ich seiner Zeit zuerst aufmerksam machte, stellt einen mehr weniger mächtigen bindegewebigen Kern dar, der ausser den gröberen Verästelungen der Arterien und Venen einen reichen Plexus wirklicher Lymphgefässe mit Wandungen zeigt. Obschon nun dieses *Hilusstroma* einen oft bedeutenden Raum im Innern der betreffenden Drüsen des Menschen einnimmt, so fehlt doch die eigentliche Marksubstanz nicht, doch ist dieselbe verkümmert und bildet nur einen ganz schmalen Streifen innen an der Rinde, der nur an feinen ausgepinselten Schnitten als das zu erkennen ist, was er wirklich vorstellt.

Einzelnheiten anlangend, bemerke ich zuerst, dass Hülle und Balkengerüst beim Menschen in den Formverhältnissen wesentlich ebenso wie beim Ochsen sich verhalten, im feineren Baue dagegen insofern abweichen, als beide hier wesentlich aus Bindegewebe bestehen. Doch kommen, wie *O. Heyfelder* zuerst angegeben hat und nach ihm *Brücke, His* und *v. Recklinghausen* bestätigten, glatte Muskelfasern, wenn schon spärlich, auch hier vor. — Die Pulpa oder das Parenchym zeigt beim Menschen dieselbe Zusammensetzung aus Lymphsinus und Drüsensubstanz wie beim Ochsen, wesentlich dieselbe Anordnung in Rinde und Mark wie dort und auch den nämlich feinern Bau, in welcher Beziehung ich namentlich hervorhebe, dass auch die Markstränge im Innern überall das feine *Reticulum* der cytogenen Bindesubstanz zeigen. Die Grösse der Alveolen der Rinde geht beim Menschen von 0,28—0,75 mm und selbst 1 mm, die der Markstränge beträgt 22—90 μ im Mittel. Die Blutgefässe verhalten sich wie beim Ochsen, nur glaube ich, entgegen *His*, darauf bestehen zu müssen, dass hier auch von aussen kleine Arterien an die Rinde treten; doch will ich für einmal nicht entscheiden, ob diese nur zu den Scheidewänden gehen, in denen sie auch *Frey* gesehen hat, oder auch an die Drüsensubstanz in den Alveolen Zweige abgeben. In Betreff der Lymphgefässe ist noch nicht alles im Klaren. So viel sieht man leicht, dass die *Vasa inferentia* an der Oberfläche der Drüse sich theilen und dann mit ihren Aesten die Faserhaut durchbohren, wobei sie noch weiter sich verzweigen. Von da an verlieren sie sich als besondere Gefässe, mit Ausnahme einiger Zweige (*ich, Frey*), die in die Scheidewände der äussersten Alveolen übergehen, jedoch auch nicht weit in die Tiefe sich verfolgen lassen, und ergibt sich aus älteren und neueren Einspritzungen (*Ludwig* und *Noll, Frey, His*), dass dieselben alle in die Lymphsinus der Rinde sich öffnen. Hiermit stimmt auch das, was man an natürlich mit Chylus gefüllten Drüsen sieht (*Brücke, Ecker, Frey*), in denen die Drüsensubstanz der Rinde oder meine Rindenknoten ganz von weissen Säumen umgeben sind. An eingespritzten Drüsen ist auch, wie ich mit *Frey* finde, der unmittelbare Uebergang der Aestchen der *Vasa lymphatica inferentia* in die Lymphsinus der Rinde nicht schwer zu beobachten, so dass über diese Angelegenheit keine Zweifel mehr möglich sind. — Von der Rinde gelangt der Lymphstrom in die Lymphsinus der Marksubstanz und von dieser in die *Vasa efferentia*. Die Art und Weise, wie diese sich zusammensetzen, ist noch wenig untersucht. In den äussern Drüsen, die ein *Hilusstroma* zeigen, bilden die *Vasa lymphatica efferentia* in diesem einen mehr weniger reichlichen Plexus, dessen Gefässe deutlich zwei Häute (ein Epithel von länglichen Zellen, eine Bindegewebslage mit Spindelzellen und eine *Muscularis*) und 0,22—1 mm Breite besitzen. Gegen die Marksubstanz zu verfeinern sich nun diese Gefässe nach und nach auf 45—110 μ und gehen endlich in noch feinere Gänge (22—45 μ) über, deren Verhalten schwer zu ermitteln ist. An Drüsen, die durch einen Einstich in die Rinde eingespritzt waren, fand ich, dass diese

auch noch netzförmig zusammenhängen und in derselben Weise mit den Lymphsinus des Markes sich verbinden, wie diess oben vom Ochsen beschrieben wurde. So viel ich sehe, besitzen auch diese feinsten Lymphgefässe noch eine zarte, bindegewebige Wand, und verlieren diese erst an ihrer Verbindungsstelle mit den Lymphsinus. Auffallend war mir an den von mir eingespritzten Drüsen, dass an vielen Stellen die grösseren Lymphgefässe des bindegewebigen Kernes von 100—220 μ plötzlich zu solchen von 22—68 μ sich verschmälerten, so dass der gröbere und der feinere Plexus ziemlich scharf von einander getrennt waren, doch fanden sich allerdings auch Gegenden, in denen die Verschmälerung der Gefässe ganz allmählich statt hatte. Alle gröberen Lymphgefässe im bindegewebigen Kerne ferner waren durch zahlreiche Schlängelungen und Ausbuchtungen ausgezeichnet und nahmen an Drüsen, deren Blutgefässe nicht eingespritzt waren, einen unverhältnissmässig grossen Raum ein.

Die Lymphdrüsen des Menschen besitzen, wie ich finde, wenigstens die grösseren, regelrecht einige feine Nerven mit feinen Primitivfasern, welche mit den Arterien ins Mark eindringen und hier dem Blicke sich entziehen. Beim Ochsen ferner sah ich an den grossen Drüsen zu beiden Seiten der Bauchaorta starke Nervenstämme im *Hilus* der Drüsen, die ganz und gar aus blassen (*Remak*'schen) Nervenfasern, von demselben Baue wie diejenigen der Milz bestanden, doch gelang es mir bisher noch nicht, dieselben im Innern zu verfolgen. Die von *Schaffner* (Zeitschr. f. rat. Med. VII. 17) erwähnten Ganglien der Lymphdrüsen habe ich noch nicht gesehen.

Indem ich mit Bezug auf die Angaben älterer und neuerer Forscher über den Bau der Lymphdrüsen auf meine Mikr. Anat. II. 2. S. 539—544 und die ausführliche geschichtliche Einleitung in der Arbeit von *H. Frey* verweise, bezeichne ich hier nur kurz die wichtigsten in der neuern Zeit über diese Organe gemachten Erfahrungen. Im Jahre 1850 wurde von *Ludwig* und *Noll* zuerst gezeigt, dass die *Vasa lymphatica afferentia* nach dem Eintreten in die Drüse als solche aufhören und in ein System von zusammenhängenden Hohlräumen einmünden, die, gestützt von einem faserigen Balkennetze und mit zelligen Elementen gefüllt, die ganze Drüse durchziehen. Aus denselben Hohlräumen lassen *L.* und *N.* auf der andern Seite die *Vasa efferentia* entspringen, und nehmen sie diesem zufolge an, dass die genannten Hohlräume in den Drüsen die Lymphgefässe ersetzen und die Lymphe beständig durch sie hindurchsickere. Hierauf zeigte ich im Jahre 1852, dass die genannten Hohlräume nicht einfach als Erweiterungen der Lymphgefässe, gefüllt mit einer zellenreichen Lymphe, aufgefasst werden können, indem ich ein reiches Blutgefässnetz in denselben nachwies, worauf ich den Inhalt derselben als besonderes Drüsenelement der Lymphgefässe auffasste, obschon ich zugab, dass die Elemente desselben immerwährend in die *Vasa efferentia* übergehen. Vervollständigt wurden diese Angaben durch die im Jahre 1853 von *Donders* und *mir* gemachte Entdeckung des *Reticulum* im Innern der Alveolen. Nachdem so durch *Ludwig* und *Noll*, *Donders* und *mich* die Anatomie der Lymphdrüsen in ihren Grundzügen festgestellt war, wurde dieselbe dann noch wesentlich vervollständigt durch *Brücke*, und erhielt endlich, man kann wohl sagen, ihre Vollendung durch eine gemeinschaftliche Untersuchung von *His* und *Billroth*, und vor Allem durch selbständige Arbeiten von *His* und von *Frey*. *Brücke* hat in seinen in das Jahr 1853 und 1854 fallenden Arbeiten zuerst die Mark- und Rindensubstanz der Drüsen unterschieden und auch die erstere, wenn auch noch unvollkommen, doch im Ganzen richtig als ein Netz von Lymphgängen in einem zarten Bindegewebe geschildert. Die wichtigste Beobachtung ist aber die, dass die Lymphe nicht einfach den Inhalt der Rindenalveolen, wenn auch langsam, durchfliesse, wie *Ludwig*, *Noll* und *ich* angenommen hatten, sondern nur an der Oberfläche derselben und um dieselben herum gegen das Mark ströme, wesshalb man an mit Chylus gefüllten Drüsen den weissen Saft nur in Gestalt von Streifen um den Inhalt der Alveolen herum findet. Ist auch diese Beobachtung nicht ganz richtig, indem, wie ich zuerst gezeigt habe (Mikr. Anat. II. 2), der Chylus in seltneren Fällen den Inhalt der Alveolen ganz und gar erfüllt, so war dieselbe doch als erste Andeutung des Vorkommens besonderer Lymphbahnen in der Rinde von grosser Bedeutung.

Zu den neuesten Untersuchungen übergehend, ist zuerst der gemeinsamen Untersuchungen von *His* und *Billroth* zu gedenken (s. *Billroth* in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XI. S. 62, und Beitr. z. pathol. Hist. S. 126—128 u. 135, und *His* in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. X. S. 333). Nachdem ich schon früher ausgewaschene und zerzupfte Schnitte der Lymphdrüsen zur Untersuchung der Gewebe derselben verwendet hatte (Mikr. Anat. II. 2. S. 530), vervollkommnete *His* dieses Verfahren durch die Anwendung eines feinen Pinsels zur Entfernung der zelligen Elemente, und gelang es ihm und *Billroth*, an ausgepinselten Schnitten die ersten genauen Beobachtungen über das *Reticulum* der Drüsensubstanz in der Rinde und im Marke, sowie über dasjenige der Lymphgänge anzustellen, was zur ersten genauen Untersuchung der wesentlichen Bestandtheile der Rinde und des Markes und zur Feststellung ihrer wechselseitigen Beziehungen Veranlassung gab. So blieb fast nichts mehr übrig, als diese Untersuchungen im Einzelnen weiter auszuführen und durch Einspritzungen der Blut- und Lymphgefässe zu vervollständigen, eine Aufgabe, der sich dann *His* und *H. Frey* in besonderen gleichzeitigen und unabhängig von einander angestellten Untersuchungen unterzogen, welche das beste sind, was bisher auf diesem Felde geleistet wurde. Die Arbeiten beider dieser Forscher stimmen in den meisten Puncten in erfreulicher Weise überein, und will ich daher hier nur noch einige Verhältnisse berühren, welche von denselben abweichend aufgefasst werden, indem ich vorher noch die Bemerkung beifüge, dass ich es mir habe angelegen sein lassen, die Angaben derselben an eingespritzten und andern Drüsen zu prüfen und nach meinen eignen Erfahrungen für die in diesem Paragraphen gegebene Beschreibung einstehe.

Was zuerst die Markstränge anlangt, so schildert *Frey* dieselben als Röhren (Lymphröhren) mit einer wasserhellen, manchmal längsstreifigen, feinen Umhüllungshaut und Lymphkörperchen und Blutgefässen im Innern, *His* dagegen schreibt denselben vollkommen den nämlichen Bau zu, wie der Drüsensubstanz der Rinde oder meinen Rindenknoten. Nach meinen Erfahrungen muss ich *His* vollkommen Recht geben, und empfehle ich vor Allem die Markstränge des Ochsen (s. Fig. 436), um das *Reticulum* derselben zur Anschauung zu bringen, dessen Netze ebenfalls meist kernlos sind, doch gelingt es auch beim Menschen und Kaninchen, dasselbe zur Anschauung zu bringen. Von diesem *Reticulum* wird nun auch, wie bei den Rindenknoten, die Begrenzungsschicht der Markstränge gebildet, die hier ebenso wenig wie dort eine zusammenhängende Haut darstellt. Uebrigens gibt auch *Frey* an, dass die Markstränge aus den Rindenknoten entspringen, denen er ebenfalls eine Umhüllungshaut abspricht, und wird er somit wohl nicht abgeneigt sein, seine Schilderung derselben in dem hier bezeichneten Sinne umzugestalten.

Das Gewebe zwischen den Marksträngen oder der Inhalt der Lymphsinus des Markes besteht nach *His* aus einem lockeren, von kernhaltigen Zellen gebildeten *Reticulum* und einem Inhalte, von dem *His* nur sagt, dass er viel leichter sich auspinseln lasse, als bei der Drüsensubstanz selbst. Unzweifelhaft deutet jedoch auch *His* denselben als zellenhaltige Lymphe, obschon er über die Menge der Zellen nirgends sich äussert. *Frey* fasste früher abweichend von *His* die Elemente des *Reticulum* der Lymphsinus, seine »intracavernösen Zellennetze«, wenigstens einem guten Theile nach als Hohlgebilde auf, welche mit den Höhlungen der Markstränge zusammenhängen und wie diese unter Umständen auch Lymphe aufnehmen. In ähnlicher Weise deutete *Frey* auch das *Reticulum* der Lymphsinus der Rinde als hohle Verbindungsbahnen der Rindenknoten. Ich habe das *Reticulum* der Lymphsinus beim Ochsen und Menschen sorgfältig untersucht und schliesse ich mich vollständig an *His* an, was in neuester Zeit auch von *Frey* geschehen ist, der seine früheren Annahmen zurückgenommen hat (Gewebel. 2. Aufl.). Ich finde in diesem *Reticulum* entschieden nichts als Bindegewebskörperchen, die wohl mit dem *Reticulum* der Drüsensubstanz (der Rindenknoten und Markstränge), nicht aber mit den die Lymphkörperchen beherbergenden Zwischenräumen derselben zusammenhängen. Aehnlich spricht sich auch *W. Müller* aus, nur dass er an den Elementen des *Reticulum* zartere und dichtere Theile unterscheidet und in die ersteren eine Bildung von Lymphzellen verlegt, ohne, wie mir scheint, diese Aufstellung hinreichend zu begründen. — Aus den umfassenden Untersuchungen *Frey*'s an vielen Geschöpfen geht übrigens wohl sicher hervor, dass die Zellen des fraglichen *Reticulum* in Grösse und Gestalt sehr wechseln und unter Umständen auch als grössere Gebilde mit mehrfachen Kernen und vielleicht selbst mit Tochterzellen im Innern vorkommen. — Den Inhalt der Lymphsinus in den Maschen ihres *Reticulum* betont *Frey* mehr als *His*, und ich kann ebenfalls sagen, dass ich denselben stets sehr zellenreich ge-

funden, so dass an nicht ausgepinselten feinen Schnitten die Lymphsinus häufig gar nicht von der Drüsensubstanz sich unterschieden, andere Male nur als etwas weniger helle Säume erschienen. Richtig ist dagegen, dass diese Zellen äusserst leicht sich auswaschen lassen.

Das *Reticulum* der Lymphdrüsen ist unzweifelhaft ein Netz von Bindegewebskörperchen, doch sind, wie schon *Billroth* mit Recht angibt, die Kerne der Zellen in der Regel in der Drüsensubstanz geschwunden und nur in den Lymphsinus erhalten. Ich habe jedoch auch bei erwachsenen Geschöpfen in ersterer in vielen Fällen da und dort die Kerne ganz deutlich gesehen, und bei jungen Thieren sind sie auch hier zahlreich. Eine faserige Zwischensubstanz (Bindegewebe) kommt in gesunden Drüsen ausgewachsener, aber jüngerer Geschöpfe im Bereiche des *Reticulum* nicht oder gewiss nur an ganz beschränkten Stellen vor, dagegen ist eine solche in entarteten Drüsen oder bei älteren Geschöpfen oft in Menge vorhanden und muss als Neubildung aufgefasst werden. In solchen Fällen sieht man recht deutlich, dass dieselbe stets in erster Linie als Beleg um die Zellen auftritt, wie diess auch *His* und *Frey* angeben, und erhält man oft Bilder, welche für eine unmittelbare Umbildung der Zellen des *Reticulum* in Bindegewebsbündel zu sprechen scheinen, die jedoch sicher nicht in diesem Sinne zu deuten sind. — Nach meinen Erfahrungen tritt diese Bindegewebsumbildung vor Allem leicht um die Zellen des *Reticulum* der Lymphsinus auf, fehlt jedoch auch in der eigentlichen Drüsensubstanz nicht. — Die andern Entartungen der Lymphdrüsen zu besprechen, ist hier nicht der Ort, und verweise ich in dieser Beziehung besonders auf die Arbeit von *Frey*.

Ueber die Beziehungen der *Vasa efferentia* zur Marksubstanz verdanken wir die ersten genauen Angaben *Frey*. Diesem Forscher gelang es, in einer gewissen Zahl von Fällen beim Menschen, dem Hunde, der Katze und dem Kaninchen von den *Vasa efferentia* aus die Lymphdrüsen einzuspritzen, und an solchen Organen ergab sich dann ein ähnliches Verhalten der feinsten Verästelungen der ausführenden Gefässe zu den Lymphsinus, wie ich dasselbe ebenfalls wahrgenommen und oben beschrieben habe. *Frey* vermisste an allen feineren Verästelungen der *Vasa efferentia* eine besondere Wand, während ich beim Ochsen bestimmt noch an ganz feinen Aesten eine bindegewebige Wand gesehen und auch beim Menschen, wenigstens in den Inguinaldrüsen, dasselbe wahrgenommen habe. Es scheinen somit in dieser Beziehung bei verschiedenen Thieren Unterschiede vorzukommen. Die Netzbildungen der *Vasa efferentia*, die ich beim Menschen und Ochsen in so ausgezeichneter Weise antraf, erwähnt *Frey* ebenfalls nicht, wohl aber hat *Teichmann* dieselben gesehen, dessen Untersuchungen im Allgemeinen mit denen von *Frey* und *His* übereinstimmen. Eigenthümlich ist die Angabe dieses Forschers, dass einzelne, namentlich die kleinen Lymphdrüsen, nichts als Knäuel oder Wundernetze von Lymphgefässen seien, mit andern Worten, dass die *Vasa afferentia* und *efferentia* unmittelbar durch reichliche Lymphgefässnetze zusammenhängen. Ich kann für einmal diese Angabe nicht bestätigen, doch habe ich allerdings beim Menschen äussere Lymphdrüsen gesehen, in denen das Drüsengewebe aus einer einzigen Reihe von oberflächlichen Alveolen bestand und die Marksubstanz ganz fehlte. In diesem Falle entsprangen die *Vasa efferentia* unmittelbar aus Lymphsinus an der tiefen Seite der Rindenknoten, und wurde das ganze Innere der Drüse von einem Geflechte feinerer und gröberer Lymphgefässe eingenommen. Diesem zufolge halte ich es nicht für unmöglich, dass es Drüsen gibt, in denen auch jene dünne Rindenschicht fehlt, und will ich, da *Teichmann* solche Drüsenformen mit der Entwickelung der Lymphdrüsen in Zusammenhang bringt, daran erinnern, dass *Engel* schon vor längerer Zeit angegeben hat, dass die Lymphdrüsen ursprünglich nichts als Lymphgefässplexus seien, eine Angabe, die leider immer noch der Bestätigung harrt.

Von den Lymphsinus im Innern der Drüsen hat *v. Recklinghausen* zuerst angegeben (die Lymphgefässe etc. S. 88), dass dieselben nach Silberbehandlung an ihrer Innenfläche ein Epithel von mehr polygonalen Zellen zeigen, und *His* hat dann später diese Angaben insofern bestätigt (Zeitschr. f. wiss. Zool. XIII. S. 469), als es ihm beim Rinde, Kalbe und Kaninchen gelang, die fraglichen Epithelzellen wenigstens in den die Rindenknoten umgebenden *Sinus* nachzuweisen, nicht aber in den *Sinus* der Markstränge. Ich habe bei Injection der Lymphdrüsen des Ochsen mit Silber und Leim das Epithel der *Vasa afferentia* und *efferentia* und der *Sinus* der Rindensubstanz mit Leichtigkeit nachzuweisen vermocht, bin jedoch mit Bezug auf die Marksubstanz ebenfalls zu keinem sicheren Ent-

scheide gelangt. Die Epithelzellen der *Sinus* um die Rindenknoten messen hier 60—80 μ und gleichen ganz den aus den Darmzotten des Kalbes (s. Fig. 285).

Es erübrigt nun noch, in Kürze der physiologischen Bedeutung der Lymphdrüsen zu gedenken. Wie wir oben sahen, geht die gewöhnliche Bahn der Lymphe vom *Vas afferens* aus durch die Lymphsinus der Rinde und des Markes zum *Vas efferens*. Auf diesem Wege nimmt die Lymphe unzweifelhaft immer einen Theil der Zellen mit, welche die Lymphsinus in so reichlicher Menge erfüllen, und ist die weitere Frage die, woher diese Zellen stammen. Dass sie nicht oder nur zum geringsten Theile aus den *Vasa afferentia* stammen, lehrt die Untersuchung solcher zuführenden Gefässe, welche noch durch keine Drüsen gegangen sind, die, wie ich bei der Leber, den Hoden und gewissen Gefässen des *Mesenterium* gezeigt habe, arm an Zellen sind oder solcher ganz ermangeln, es bleiben daher nur zwei Möglichkeiten. Entweder stammen diese Zellen aus der Drüsensubstanz der Lymphdrüsen oder sie bilden sich in den Lymphsinus selbst, in welch letzterem Falle man die Elemente dieser als in immerwährender Vermehrung begriffen denken müsste. Wie die Untersuchungen jetzt liegen, berechtigen sie noch nicht zu einer Entscheidung nach dieser oder jener Seite, doch scheint die Wahrheit in der Mitte zu liegen. Eine Vermehrung der Zellen der Lymphsinus ist aus dem Grunde sehr wahrscheinlich, weil, wie ich schon vor langer Zeit gezeigt habe, die Lymphkörperchen der *Vasa efferentia* viele Theilungszustände zeigen, doch wird sich dieselbe der Natur der Sache nach an den Zellen der Lymphsinus selbst nur schwer nachweisen lassen. Sollte diess aber auch möglich sein, worüber ich vorläufig nichts aussagen kann, so würde diess immer noch nicht beweisen, dass solche Zellen von Hause aus den Lymphsinus angehören und nicht aus der Drüsensubstanz übergetreten sind, und wende ich mich daher gleich zur andern Frage, ob ein solcher Uebertritt gedenkbar sei. Erwägen wir 1) dass, wie oben angeführt, in Fällen reichlicher Chylusbildung die Fettmoleküle des Chylus in grosser Menge auch in die Drüsensubstanz eintreten, 2) dass nach den leicht zu bestätigenden Erfahrungen von **Frey** und **His** bei Einspritzungen von den *Vasa afferentia* aus unter stärkerem Druck auch die Drüsensubstanz die gefärbte Masse aufnimmt, und 3) dass die Begrenzungsschicht der Drüsensubstanz nur von etwas dichteren Netzen des *Reticulum* gebildet wird, so wird es wohl erlaubt sein, es als nicht unwahrscheinlich zu bezeichnen, dass auch die Zellen der Drüsensubstanz in die Lymphsinus überzutreten im Stande sind, um so mehr, als, wie **His** mit Recht betont, im Leben der Saft in der Drüsensubstanz sicherlich unter einem höheren Drucke steht, als die Flüssigkeit in den Lymphsinus. Bedenklich ist jedoch, dass, wie wir oben sahen, die Drüsensubstanz wenigstens der Rindenknoten durch ein Epithel von den Lymphsinus abgeschlossen ist, und wird daher erst nachzuweisen sein, ob und inwiefern ein solches Epithel einen Durchgang geformter Theilchen gestattet. — Da jetzt von gewissen serösen Säcken eine freie Verbindung mit Lymphgefässen nachgewiesen ist, so erscheint es nicht als unmöglich, dass auch an andern Orten die dort im Epithel gefundenen *Stomata* sich finden, und lassen sich vor allem bei den Lymphdrüsen und auch bei den verwandten Follikel des Darmes Einrichtungen der Art vermuthen. So lange jedoch solche Oeffnungen nicht gefunden sind und überhaupt keine ganz schlagenden Thatsachen vorliegen, wird es besser sein, mit Bezug auf die Frage nach der Beziehung der Drüsensubstanz der Lymphdrüsen zur Bildung der Lymphzellen, sich eines Urtheils zu enthalten, um so mehr, als einmal die Bedeutung dieser Substanz vielleicht nur darin liegt, gewisse Stoffe an die Lymphe abzugeben, und zweitens die Bildung der Lymphzellen auch in die Lymphsinus selbst verlegt werden kann. — In Betreff der Muskeln der Balken verweise ich auf die kurze, aber gute Auseinandersetzung von **His**.

4. Vom Blute und der Lymphe.

§. 211.

Alle Theile des Gefässsystems enthalten in ihren Höhlungen einen besonderen Saft, der aus einer Flüssigkeit und vielen geformten Theilchen besteht und nach seiner Farbe, seinem Vorkommen in diesen oder jenen Abschnitten des Gefässsystems und seinen sonstigen Eigenschaften in weisses und rothes Blut, Lymphe oder Chylus einerseits, Blut im engern Sinne andererseits unterschieden wird. Die

Histiologie hat nur die Beschreibung der in diesen Flüssigkeiten befindlichen Formelemente, unter denen die Blut- und Lymphkörperchen bei weitem die wichtigsten sind, zur Aufgabe und überlässt die Schilderung der anderweitigen Verhältnisse derselben der Physiologie.

§. 212.

Die Lymphe und der Chylus bestehen, wie das Blut, aus einem *Plasma*. das ausserhalb der Gefässe gerinnt und aus geformten Elementen und zwar Elementarkörnchen, Kernen, farblosen Zellen und rothen Blutkörperchen, welche jedoch nicht in allen Theilen dieses Gefässsystems und nicht überall in gleicher Menge zu finden sind. Die Elementarkörnchen sind unmessbar feine, blasse Körnchen, die, wie *H. Müller* gezeigt hat, aus Fett und einer Hülle eines Eiweisskörpers bestehen und im milchweissen Chylus, dessen Farbe sie allein bedingen, in ungeheurer Zahl enthalten sind, während sie in der mehr farblosen Lymphe entweder ganz fehlen oder nur spärlich und vereinzelt auftreten. Freie Kerne von 2,2—4,5 μ Grösse und mehr gleichartigem Ansehen, die durch Wasserzusatz oft bläschenartig und körnig erscheinen, und nur in den Anfängen der Chylusgefässe, im *Mesenterium* und in den *Vasa efferentia* der Mesenterialdrüsen und zwar spärlich, nie im *Ductus thoracicus* gefunden werden, stammen meinen neuern Erfahrungen zufolge aus geborstenen Zellen und finden sich nie bei Vermeidung von schädlichen Stoffen, wie Wasser, Essigsäure u. a. m. Dagegen finden sich die farblosen Zellen, die im Chylus und in der Lymphe vollkommen mit einander übereinstimmen, oder die Chylus- oder Lymphkörperchen, fast überall im Lymphgefässsysteme in bedeutender Menge. Es sind dieselben runde, blasse Zellen von der Grösse von 5,6—12 μ, die, in ihrer Flüssigkeit untersucht, gleichartig oder feinkörnig aussehen und einen meist nur undeutlich durchscheinenden, gleichartigen, leicht glänzenden, runden Kern enthalten, bei Wasserzusatz dagegen im Kerne und sonstigen Inhalte durch körnige Niederschläge sich trüben und durch Essigsäure ganz durchsichtig und blass werden, und die stark körnigen, verkleinerten Kerne ungemein deutlich zeigen, auch wohl bersten und ihren Inhalt entleeren, was namentlich bei den kleinern Zellen auch durch Wasser unter vorherigem Austreten von hellen Eiweisströpfchen häufig geschieht. Sonst rufen verdünnte Lösungen, da die Lymphzellen schon kugelrund sind, keine sehr merklichen Formveränderungen hervor, wogegen durch Verdunsten der Flüssigkeit und gesättigte Flüssigkeiten eine bedeutende Verkleinerung und häufig auch ein Zackigwerden derselben verursacht wird. Auf besondere Bewegungserscheinungen dieser Zellen, in Folge welcher sie abwechselnd verschiedene zackige Formen bis zur sternförmigen annehmen und wieder rund werden, hat *Wharton Jones* zuerst aufmerksam gemacht, und dürfen dieselben als Lebenserscheinungen der Zellen aufgefasst werden (s. §. 16). Doch ist unbekannt, ob solche Bewegungen auch innerhalb des Organismus sich finden, indem die Gelegenheit zur Beobachtung von Lymphgefässen bei lebenden Thieren bis jetzt nur bei Froschlarven sich dargeboten hat, bei denen die spärlich vorkommenden Lymphkörperchen, an denen freilich keine Bewegungen zu sehen sind, keine bestimmten Schlüsse erlauben.

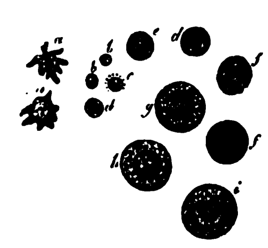


Fig. 440.

Fig. 440. Elemente des Chylus. *a.* Durch theilweise Zusammenziehungen sternförmig gewordene Lymphkörperchen, *b.* freie Kerne, *c.* ein solcher von einigen Körnchen umgeben, *d. e.* kleine Lymphzellen, die einen mit deutlichem Kerne, *f. g.* grössere Zellen, eine mit sichtbarem Kerne, *h.* eine solche nach Zusatz von wenig Wasser, *i.* von Essigsäure.

G r ö s s e , M e n g e und F o r m der Lymphkörperchen verhalten sich nach den Orten etwas verschieden. In den Anfängen der Chylusgefässe, die zu solchen Untersuchungen vor Allem sich eignen, im *Mesenterium* vor den Lymphdrüsen enthält der Chylus nur wenige, in den kleinsten noch zu erforschenden Mesenterialgefässen häufig selbst gar keine Chyluskörperchen. Wo dieselben da sind, was in den grösseren Stämmchen immer der Fall ist, erscheinen sie meist klein, von 4,5—6,8 μ, die kleinen Kerne oft eng umgebend. Nachdem der Chylus durch die Mesenterialdrüsen gegangen ist, sind die Zellen zahlreicher und grösser, so dass in den Chylusgefässen an der Wurzel des Gekröses (ebenso in den grössern Lymphstämmen) neben den noch vorhandenen kleinern Zellen auch viele grössere, bis zu 12 μ, sich finden. Zugleich tritt hier auch, wenigstens bei Hunden, Katzen und Kaninchen, eine V e r m e h r u n g d e r L y m p h k ö r p e r c h e n d u r c h T h e i l u n g mehr oder weniger stark hervor, in der Art, dass die grössern Zellen sich verlängern, bis zu 13 μ und 18 μ heranwachsen und, wenn ihr Kern sich getheilt hat, durch eine ringförmige, mittlere Einschnürung in zwei zerfallen. Im *Ductus thoracicus* fehlt dieser Vorgang meist ganz und sind daher die grössern Zellenformen über 9 μ hier spärlich. Immerhin findet man, wenigstens bei Thieren, die Zellen in demselben in ihrer grossen Mehrzahl etwas grösser als die Blutzellen, nämlich von 5,6—7,8 μ, wogegen dieselben beim M e n s c h e n, wie wenigstens *Virchow* und *ich* bei einem Hingerichteten beobachteten, ohne Ausnahme kleiner waren (von 4,5 μ im Mittel). Die ohne Essigsäurezusatz nicht wahrzunehmenden Kerne dieser Lymphkörperchen waren meist einfach und rund, hie und da auch eingekerbt, hufeisen- oder achterförmig, sehr selten wirklich mehrfach. Bei S ä u g e t h i e r e n sind Zellen mit durch Essigsäure zerfallenden oder von Hause aus eingeschnürten und mehrfachen (3—5fachen) Kernen, abgesehen von den in Theilung begriffenen, sehr selten, doch findet man dieselben hie und da selbst in grösserer Menge.

R o t h e B l u t k ö r p e r c h e n habe ich im menschlichen Chylus bei sorgfältiger Gewinnung desselben unter regelrechten Verhältnissen noch nicht gesehen, dagegen finden sich solche bei Thieren fast immer im *Ductus thoracicus* in geringer Menge, ebenso manchmal in der Lymphe gewisser Organe, wie der Milz. Da dieselben nicht die geringsten Spuren einer Entwickelung innerhalb der Lymphgefässe zeigen, so halte ich sie für aus den Blutgefässen übergetretene Elemente, und zwar bin ich, so lange nicht unmittelbare Verbindungen der beiderlei Gefässsysteme in den peripherischen Theilen nachgewiesen sind, der Ansicht, dass dieser Uebertritt in Folge von Zerreissungen feinerer Gefässe mehr zufällig sich macht, welche bei dem eigenthümlichen Baue gewisser Organe, wie der Milz und der Lymphdrüsen, sehr leicht sich begreifen und, wie ich bei Froschlarven zeigte (*Ann. d. sc. nat.* 1846), auch unmittelbar sich beobachten lassen. — Noch bemerke ich, dass ich nicht selten im Chylus der grössern Gefässe b r a u n e , r u n d e K ö r n c h e n z e l l e n von 9—11 μ fand, die mit den aus dem Blute zu erwähnenden vollkommen übereinstimmen und aus den Lymphdrüsen stammen, in denen ich sie beim Ochsen und zwar auch in den Lymphsinus wahrgenommen habe.

Den hier und in dem §. 210 angegebenen Thatsachen zufolge kann es nicht zweifelhaft erscheinen, dass die Lymphkörperchen vorzüglich aus den Lymphdrüsen stammen, in welchen sie durch eine fortgesetzte Vermehrung der in den Lymphsinus derselben befindlichen Zellen immer neu sich erzeugen, nach Maassgabe dessen, was durch die *Vasa efferentia* abgeführt wird. Für die Zellen in den Anfängen der Gefässe kann man mit *Brücke* annehmen, dass dieselben, wenigstens am Darme, aus den lymphdrüsenartigen Darmfollikeln (solitäre Follikel und *Peyer*'sche Drüsen) herrühren, für welche Auffassung der Umstand spricht, dass, wie ich gefunden, die von den *Peyer*'schen Organen kommenden Chylusgefässe reicher an Zellen sind. Lymphgefässe, die mit Lymphdrüsen nicht zusammenhängen, enthalten nach meinen Erfahrungen entweder gar keine Zellen (Lymphgefässe der Leber des Hundes, der

Schwänze der Froschlarven) oder nur wenige solche (Lymphgefässe des Samenstranges der Ochsen, der Milzoberfläche), doch gibt *Teichmann* an, in den Lymphgefässen der Glieder zweier Hingerichteten vor dem Durchtritte durch Drüsen ansehnliche Mengen von Lymphkörperchen gefunden zu haben. Für diese Fälle lässt sich die Vermuthung aussprechen, dass die Epithelzellen der kleineren Gefässe die Elemente sind, die durch gesetzmässige Vermehrung oder zufällige Ablösung zum Auftreten geformter Theile in der Flüssigkeit Veranlassung geben. In neuester Zeit sind denn auch noch, wie wir oben sahen (S. 602), die Epithelzellen der grossen serösen Säcke als Bildungsstätten der Lymphzellen dazu gekommen, doch lässt sich für einmal noch nicht übersehen, wie reichlich diese Quelle fliesst. — Zu dieser Bildung der Lymphkörperchen kommt dann noch die nicht immer vorhandene Vermehrung der Zellen durch Theilung jenseits der Lymphdrüsen. — Die Gesammtmenge der Lymphkörperchen, verglichen mit derjenigen der Blutkörperchen, ist nicht nur in den mittlern und kleinern Stämmen besonders der Lymphgefässe sehr unbedeutend. sondern lässt sich selbst beim *Ductus thoracicus* auch nicht von fern mit derselben in eine Linie stellen, und kann man auch hier ohne Verdünnung des Saftes alle seine Elemente mit grosser Leichtigkeit übersehen. Genauere Zählungen sind jedoch noch nicht gemacht, und lässt sich nur noch angeben, dass auch hier bedeutende Wechsel sich finden und dass ein milchweisser Chylus durchaus nicht immer auch reich an Körperchen ist.

In der Lymphe der Halsstämme des Hundes fand Dr. *Ritter* in 1 Cub. Mm. 8200 Körperchen (*Nasse*, l. c.).

§. 213.

Vom Blute. Das Blut ist, so lange es in den Adern kreist, eine leicht klebrige Flüssigkeit, an der nur zwei Elemente, die in ihrer Mehrzahl röthlich gefärbten. zum Theil auch farblosen Blutkörperchen, Blutkügelchen, Blutzellen. *Corpuscula s. Globuli s. Cellulae sanguinis* und die ungefärbte Blutflüssigkeit. *Liquor s. Plasma sanguinis*, unterschieden werden, die jedoch, ausserhalb der Blutgefässe, durch Festwerden des im *Plasma* enthaltenen Faserstoff erzeugenden Stoffes in der Regel vollständig gerinnt und nachher durch Zusammenziehung des geronnenen Bestandtheils in den Blutkuchen, *Placenta*, und das Blutwasser, *Serum sanguinis*, sich scheidet. Jener ist lebhaft roth und enthält neben dem Fibrin fast alle gefärbten und die Mehrzahl der farblosen Blutkügelchen und einen Theil der gelöst bleibenden Theile des *Plasma*, während der andere Theil von diesem sammt einigen farblosen Blutkörperchen das *Serum* bildet. In gewissen Fällen, beim Menschen besonders in Krankheiten, senken sich vor der Gerinnung des Blutes die gefärbten Kügelchen mehr oder weniger unter die Oberfläche der Flüssigkeit und dann hat der Kuchen eine oberflächliche, farblose oder weissliche Schicht (Entzündungshaut. *Crusta phlogistica*), die nur aus geronnenem Fibrin und farblosen Blutzellen sammt der sie tränkenden Flüssigkeit besteht.

Die gefärbten oder rothen Blutzellen, auch Blutzellen schlechthin, die einzigen Träger des rothen Farbstoffes des Blutes, sind kleine, kernlose Zellen von der Form abgeplatteter Linsen, die in so ungeheurer Menge im Blute enthalten sind. dass dieselben ohne Verdünnung desselben mit *Serum* sich nicht leicht genauer untersuchen lassen und so zu sagen für sich allein das Blut zu bilden scheinen. Nach *Vierordt*, dem Ersten, der den Versuch unternahm, die Menge der Blutzellen unmittelbar durch Zählung zu bestimmen, enthält das Blut in 1 Cub. Mm. 5,055,000 Blutzellen; *Welcker*, der das Verfahren von *Vierordt* etwas abändert, bezeichnet als Mittel 5,000,000 bei Männern, 4,500,000 bei Frauen. Bei letzteren soll die

Zahl der Zellen während der Schwangerschaft und nach dem Ausbleiben der Menses noch geringer sein.

Die rothen Blutzellen in ihren Einzelheiten genauer verfolgt, ergeben Folgendes: Ihre Form ist meist die einer beiderseitig vertieften oder ebenen kreisrunden Scheibe mit abgerundeten Rändern, und daher erscheinen sie dem Beobachter verschieden, je nachdem sie ihre Flächen oder Seiten demselben zuwenden. Im ersten Falle sind sie blassgelbe, kreisrunde Körperchen, an denen die fast immer vorhandene leichte mittlere Vertiefung je nach der Einstellung des Mikroskopes bald als ein heller mittlerer Fleck, bald wie ein dunkler mittlerer Körper sich ausnimmt und zur Verwechslung mit einem Kerne Veranlassung geben kann; von der Seite gesehen, zeigen sie sich dagegen als dunklere, stabförmige Gebilde von der Gestalt einer langgezogenen, schmalen Ellipse oder eines Achters. Der Zusammensetzung nach besteht jedes Blutkügelchen aus einer sehr dünnen, aber doch ziemlich festen und zugleich elastischen, ungefärbten Hülle und einem gefärbten, bei der einzelnen Blutzelle gelben, zähen, aus *Haematoglobulin* (*Haemoglobin*) gebildeten Inhalte, der beim Erwachsenen keine Spur von geformten Theilchen, von Körnern oder einem Zellenkerne enthält, und sind dieselben mithin Bläschen, wesshalb auch der Name Blutzellen vorzuziehen ist. Die Elasticität, Weichheit und Nachgiebigkeit ihrer Hülle ist so bedeutend, dass dieselben das Vermögen erhalten, auch Gefässen, die enger sind als ihr Durchmesser, sich anzupassen und, wenn sie durch Druck unter dem Mikroskope verlängert und abgeplattet oder sonst in ihrer Gestalt verändert sind, wieder ihre frühere Form anzunehmen. Zu dem erstern sind die Blutzellen um so eher befähigt, als ihre Oberfläche vollkommen glatt und schlüpfrig ist, so dass sie leicht an den ebenso beschaffenen Wänden auch der engsten Capillaren dahin gleiten.

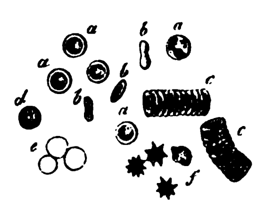


Fig. 441.

Die Grösse der Blutzellen ist bei verschiedenen Menschen Veränderungen unterworfen, die in Berücksichtigung der Kleinheit der Körperchen, um die es sich handelt, nicht ganz unerheblich sind. Als allgemeine mittlere Grösse geben die genauesten Untersucher *Harting* (*Recherches micrometr.*) nach Messungen frischer Blutkörperchen 7,56 μ Breite und 1,7 μ Dicke, *Schmidt* in Folge der Bestimmung getrockneter Blutzellen 7,77 μ Breite und *Welcker* 7,74 μ Breite und 1,9 μ Dicke an, während nach *Harting* die mittlere Breite bei verschiedenen Individuen 6,7—8,2 μ, nach *Schmidt* 7,2—7,77 μ beträgt. Die von *Harting* gefundenen äussersten Grössen betragen für die Breite 4,5 μ und 9,3 μ und für die Dicke 1,0 μ und 2,2 μ; *Welcker* findet die Breite beim Menschen und bei Thieren um $^1/_4$ bis um die Hälfte des mittleren Durchmessers wechselnd und *Schmidt* gibt an, dass in 100 Theilen Blut 95—98 Blutkörperchen von gleicher Grösse sind. — Ueber die Grösse der Blutzellen bei einem und demselben Menschen in verschiedenen Zeiten lässt sich wohl im Allgemeinen angeben, dass dieselbe nothwendig nicht immer die gleiche sein kann, und namentlich mit der wechselnden Dichtigkeit des Blutplasma steigen und fallen muss, doch fehlen hierüber fast alle und jede genaueren Untersuchungen. Nur *Harting* gibt an, dass die Blutkörperchen eines Mannes, in einem Zwischenraume von drei Jahren gemessen, dieselbe mittlere Grösse darboten, während sie bei demselben nach einer reichlichen Mahlzeit ein etwas kleineres (um 2,9 μ) Mittel und bedeutendere äusserste Zahlen ergaben. — *Welcker*'s Untersuchungen entnehme ich noch folgende Zahlen: Das Volum eines menschlichen Blutkörperchens

Fig. 441. Blutzellen des Menschen. *a.* Von der Fläche, *b.* von der Seite, *c.* geldrollenartig vereint, *d.* durch Wasser kugelrund gewordene. *e.* durch solches entfärbte. *f.* durch Verdunsten geschrumpfte Blutzellen. Vergr. 350.

beträgt 0,000000072 Cub. Mm., wonach in 100 Theilen Blut kaum mehr als 38 Vol. Blutkörperchen enthalten sein können. Die in 1 Cub. Mm. enthaltenen Blutkörperchen (5 Mill.) besitzen eine Oberfläche von 640 □ Mm. und die Zellen des Gesammtblutes (dieses zu 4400 C. C. angenommen) eine Oberfläche von 2816 □ M. Das spec. Gewicht der feuchten Blutzellen ist 1,105, das Gewicht eines Körperchen 0,00008 Milligramm und die Gesammtoberfläche desselben 0,000128 □ Millim. — Ueber die Zahl der Blutkügelchen ist noch zu bemerken, dass aus den bisherigen Mittheilungen über den Gehalt der Blutzellen an festen Bestandtheilen, so viel im Allgemeinen erschlossen werden kann, dass dieselben nach wiederholten Aderlässen, nach längerer Nahrungsentziehung sich an Zahl verringern, ebenso in gewissen Krankheiten, wie bei der Chlorose und Anämie, viel spärlicher gefunden werden als sonst. Hiermit sind jedoch sicherlich die möglichen Schwankungen noch keineswegs erschöpft, und ist wohl kaum zu bezweifeln, dass bei jedem Menschen, je nach dem Zustande der Einnahmen und Ausgaben, die Menge der Blutzellen vielen, selbst täglichen Schwankungen unterliegt, deren genaue Ermittlung noch zu erwarten ist. — Verglichen mit den übrigen Blutbestandtheilen sind die Blutzellen schwerer als das Serum und das Plasma. In ersterem und in Blut, dessen Faserstoff entfernt ist, bilden sie beim Stehen einen rothen Bodensatz, während sie im letztern wegen der raschen Gerinnung desselben in der Regel nicht dazu kommen, unter die Oberfläche der Flüssigkeit zu treten. Dieses Sichsenken der Blutzellen, das je nach ihrer eigenen Dichtigkeit und derjenigen der Flüssigkeit, in der sie enthalten sind, langsamer oder rascher eintritt, kann auch befördert werden durch das Aneinanderkleben derselben, das besonders in entzündlichem Blute zu beobachten ist, in dem wegen des raschen Niederfallens der Blutzellen ein Theil des Blutes farblos gerinnt, jedoch auch in ganz gesundem Blute vorkommt und zwar ganz regelrecht in Tröpfchen, die man durch kleine Verletzungen der Haut erhält, häufig auch im Blute von Aderlässen. Die Blutzellen legen sich in solchen Fällen mit ihren platten Flächen an einander und bilden wie Säulchen oder Geldrollen, an deren Seiten dann wieder andere solche sich anlegen können, so dass oft ganz verwickelte ästige Figuren und selbst Netze entstehen, welche das ganze Gesichtsfeld überziehen (Fig. 441 *c*).

Ausser den farbigen Elementen finden sich im Blute noch eine gewisse Zahl farbloser, und zwar zweierlei Art: Elementarkörnchen fettiger Natur und wirkliche Zellen. Die erstern, die mit denen des Chylus vollkommen übereinstimmen (s. §. 212), finden sich in sehr wechselnder Zahl, bald sehr spärlich oder gar nicht, bald in grösserer, selbst ungeheurer Menge, so dass sie dem *Serum* eine weissliche, selbst milchweisse Farbe ertheilen. Nach Allem, was wir wissen, müssen sich dieselben jedesmal, wenn durch den Chylus Fett ins Blut übergeführt wird, finden, also auch bei ganz gewöhnlicher Nahrung 3—6 Stunden und länger nach der Aufnahme derselben, scheinen jedoch in vielen Fällen während des Durchgehens des Blutes durch die Lungen zu schwinden, indem wenigstens *Nasse* (cf. *Nasse*, *Wagner*'s Handw. I. S. 126) u. A. bei gesunden Leuten im Körperblute dieselben stets vermissten, was ich selbst für mein Blut bestätigen kann. Dagegen scheint bei Pflanzenfressern, bei Vögeln (Gänsen) und bei säugenden Thieren (s. m. Abh. in Würzb. Verh. Bd. VII) das Vorkommen dieser Moleküle regelrecht und bei Schwangern und nach reichlichem Milch- oder Branntweingenusse, ebenso bei Hungernden (in Folge des aufgesaugten Körperfettes) wenigstens sehr häufig zu sein. — Die farblosen Zellen oder farblosen Blutkörperchen stammen aus dem Chylus und können daher auch Chylus- oder Lymphkörperchen des Blutes heissen. Dieselben sind zum Theil einkernig und stimmen mit den kleinen zelligen Elementen des Chylus vollkommen überein (s. den vorigen Paragraphen), zum Theil mehrkernig und von 11 μ mittlerer Grösse, in welchem Falle sie den Eiterkörperchen meist so sehr gleichen, dass es ganz unmöglich ist, die beiderlei Gebilde von

einander zu unterscheiden. Die grösseren Körperchen sind selten so körnig, wie die kleineren, meist ziemlich gleichartig, oft mit hellem Inhalte, so dass ihre zwei oder drei rundlichen kleinen Kerne ohne Weiteres durchscheinen. Ist diess nicht der Fall, so bringt auf jeden Fall Essigsäure oder Wasser unter Aufhellung des Inhalts, der auch hie und da aus den berstenden Zellen in Tröpfchen austritt, die Kerne deutlich zum Vorschein, wobei dieselben wenigstens durch das erstere Mittel nicht selten noch weiter zerfallen und in unregelmässig eingekerbte und eingeschnürte Körperchen übergehen oder selbst in eine grössere Zahl, 4, 5, 6 und mehr kleine Körner, sich auflösen und zugleich gelblich sich färben, während die Zellenhüllen allmählich vergehen.

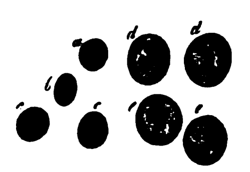


Fig. 442.

Die sonstigen Reactionen dieser farblosen Blutkörperchen sind die gewöhnlichen einfacher zarter Zellen, und was ihre Menge anlangt, so ist dieselbe, den bisherigen Untersuchungen zufolge, ziemlich schwankend. *Moleschott* fand das Verhältniss der farblosen zu den farbigen Zellen im Mittel wie 1 : 335 (2,8 : 1000), *Marfels* wie 1 : 309, *Hirt* im nüchternen Zustande 1 : 1761, nach der Aufnahme von Nahrung 1 : 695 — 1 : 429, *de Pury* 1 : 290 — 1 : 500. Unter dem Mittel findet *Moleschott* die Zahl bei Nüchternen, nicht menstruirten Mädchen und Greisen. Dem Mittel entspricht das Blut junger Männer bei eiweissarmer Kost. Ueber demselben steht es bei Männern und Jünglingen nach eiweissreicher Kost (bis zu 3,5 auf 1000), bei Schwangern (3,6), Menstruirten (4,0) und Knaben (4,5). Bei hungernden Thieren, wie auch *Heumann* bei Tauben sah, nehmen dieselben ab und verschwinden nach langem Hungern, wenigstens bei Fröschen, ganz; dagegen fand *de Pury* nach einer dreiwöchentlichen Hungerkur ihre Verhältnisszahl vermehrt. Sehr bemerkenswerth ist ihre Vermehrung nach Aderlässen, die bei Pferden, freilich nach sehr grossen Blutentziehungen (bis zu 50 Pfund), so weit gehen kann, dass die farbigen und farblosen Körperchen gleich zahlreich erscheinen. — Die farblosen Blutzellen sind leichter als die farbigen und finden sich daher auch zahlreicher in den oberen Schichten von stehendem geschlagenem Blute oder des Blutkuchens. Auch die durch Schlagen erhaltenen Fibringerinnsel enthalten viele farblose Zellen, und zeigen dieselben in solchen und vor Allem in den durch Pressen des Blutkuchens erhaltenen weisslichen Faserstoffmassen die sonderbarsten künstlich entstandenen verzerrten Formen, so dass sie oft täuschend Bindegewebskörperchen ähnlich sehen. Besitzt geronnenes Blut eine Speckhaut, so enthält dieselbe immer eine grosse Menge solcher Körperchen, vor Allem dann, wenn ihre Zahl im Blute durch vorangegangene Aderlässe vermehrt wurde, so dass sie in solchen Fällen selbst die Hälfte der Speckhaut ausmachen können (*Remak, Donders*). — Ihr geringes Senkungsvermögen wird noch dadurch vermehrt, dass dieselben, obschon mit unebener Oberfläche versehen und zum Aneinanderkleben geneigt, in der Regel doch keine grösseren Haufen und nie Geldrollen bilden. In der Leukämie sind die farblosen Blutzellen ungemein vermehrt, selbst so sehr, dass auf Eine solche nur 7—21 farbige kommen (*de Pury*). In der *Intermittens* sind trotz der Vergrösserung der Milz die farblosen Zellen vermindert (*Hirt*). Durch tonisirende Arzneimittel (*Tinct. myrrhae, Tinct. amara*, Eisen, China) wird nach *Hirt* die Zahl der farblosen Zellen schon in $^1/_2$ Stunde bedeutend vermehrt.

Die farblosen Blutzellen zeigen ausserhalb des Körpers dieselben amöboiden

Fig. 442. Farblose Blutkörperchen oder Lymphkörperchen des Blutes. *a. b.* Kleinere Zellen, wie sie auch im *Ductus thoracicus* sich finden, von der Fläche (*a*) und von der Seite (*b*), *c c.* dieselben mit sichtbarem Kerne, *d d.* grössere Zellen mit von Haus aus mehrfachen Kernen, *e e e.* dieselben nach Essigsäureeinwirkung mit zerfallendem oder zerfallenem Kerne.

Bewegungen [illegible] wie die entsprechenden Elemente der Lymphe, und haben wir in neuester Zeit durch [illegible] erfahren, dass dieselben bei Erwärmung des Blutes zur Körpertemperatur in wunderbar schöner Weise auftreten. *M. Schultze* unterscheidet nun als grössere und kleinere blasse Formen der farblosen Blutzellen und ausserdem noch eine sparsamer vorkommende grob granulirte Art, welche nichts anderes ist [illegible] unter den seltener vorkommenden Bestandtheilen erwähnten farblosen Körnchenzellen (s. Mikr. Anat. II. 2 S. [illegible]). Mit Ausnahme der kleinsten Formen zeigten alle diese Formen bei Erwärmung Bewegungen, welche bei den zwei grösseren Arten selbst als kriechende [illegible] gelang es [illegible] den Uebergang fremder Körperchen, wie Zinnober, [illegible] Milchkügelchen in dieselben nachzuweisen.

[illegible] Blutkörperchen in verschiedenen Blutarten. So [illegible] die Blutzellen ausserhalb des Körpers gegen verschiedene Lösungen sind, so scheinen sie doch innerhalb desselben, wenigstens was ihre Form betrifft [illegible] zu erhalten, so dass nicht nur innerhalb der Grenzen des [illegible] Zustandes keine nennenswerthen und gleichbleibenden Unterschiede [illegible] im Arterien- und Venenblute und in den Blutarten der verschiedenen Organe [illegible] sind, sondern auch in den verschiedenen Krankheiten keine [illegible] Abweichungen sich ergeben. Und doch ist nicht zu bezweifeln, dass, wie [illegible] Zusammensetzung der Blutzellen, so auch ihre Formen gewissen Schwankungen unterworfen sind, je nachdem das Blut dichter oder verdünnter [illegible] Salzen und andern Stoffen reicher oder ärmer ist, allein diese [illegible] sind so geringfügig, dass es nicht zum Verwundern ist, dass man [illegible] nicht mit Sicherheit zu erkennen im Stande war. Ich wenigstens [illegible] aufs Bestimmteste mich dahin aussprechen, dass alle jene ausgezeichneten [illegible] aus den Adern gelassenen Blutes, die zackigen Blutkörperchen [illegible] verkleinerten kugelrunden, gefärbten oder erblassten, im [illegible] Uebrigens wird es vielleicht noch gelingen [illegible] Grade der Abplattung und des Aufgequollenseins zu erkennen, nur [illegible] Untersuchungen nie vergessen, wie schnell die Blutkörperchen [illegible] einen erst ausserhalb des Körpers entstandenen Zustand [illegible] halten. — Mehr als die Formen scheinen die Mengenverhältnisse der Blutzellen zu wechseln. Was die gefärbten anlangt, so sind [illegible] im Venenblute etwas zahlreicher als in den Arterien. Unter dem Venenblute [illegible] der Lebervenen oben an, das nach *Lehmann* viel mehr Blutzellen enthält als das Pfortaderblut, und auch das an solchen etwas reichere Blut der [illegible]. Die farblosen Blutzellen sind, wie [illegible] und *Funke* [illegible] im Milzvenenblute in sehr grosser Menge vorhanden, und zwar bald mehr als einkernige Zellen, bald als mehrkernige; nach *Hirt* kommt in der *Art.* [illegible] farbloses Körperchen auf 2200 rothe, in der *Vena* [illegible] eins auf 60 [illegible], ebenso [illegible] Lebervenenblute, in welchem dieselben durch ihre verschiedene [illegible], was ich in vielen Fällen, doch lange nicht immer ebenso [illegible] nicht für eine ausschliessliche Eigenthümlichkeit des Lebervenenblutes [illegible] kann, indem ich auch im Pfortaderblute, wie *Lehmann* in einem Falle [illegible] Lungenvenenblute dieselbe Menge von farblosen Zellen bei ganz gesunden [illegible]. Das von *Hirt* für die *Vena portarum* angegebene Verhältniss der Zellen von 1 : [illegible], während die *Vena hepatica* 1 : 170 zeigte, beweist vorläufig nichts, da die angegebenen Zahlen Mittel aus nur je drei Beobachtungen mit sehr [illegible] Ergebnissen sind. Auch sonst sind im Venenblute die farblosen Zellen häufiger als im Arterienblute (*Remak*). In der *Cava superior* und *Vena iliaca* des Hundes sah [illegible] dieselben einkernig, in der *Cava inferior* mehrkernig. — Ueber die eigenthümlichen vielkernigen grossen und die achterförmigen zweikernigen farblosen Zellen des Leber- und Milzblutes von jungen Thieren s. oben §. 163 u. Fig. 5.

Wenn die rothen Blutzellen oben als Zellen mit Hülle und zähem Inhalte bezeichnet wurden, so ist nun noch zu bemerken, dass diese Auffassung nichts weniger als unbestritten dasteht und dass überhaupt die eigentliche feinere Zusammensetzung dieser Elemente von verschiedenen Forschern sehr verschieden aufgefasst wird. Wie weit die Meinungen auseinandergehen, zeigt sich am besten, wenn man erfährt, dass in Betreff keines einzigen Theiles der fraglichen Gebilde die Ansichten endgültig festgestellt sind. So wird die Membran angenommen und geläugnet (*Beale*, *Brücke*, *M. Schultze* und Neuere), ein Kern gefunden (*A. Böttcher*) oder vermisst. Den Inhalt betrachten die einen als eine zähe Hämoglobinlösung, andere als aus einer Verbindung eines farblosen »*Stroma*« mit einer gefärbten Flüssigkeit bestehend. Einige nehmen in demselben *Protoplasma* an (*Hensen, Preyer*), andere (*Schultze*) längnen das Vorkommen eines solchen; die Mehrzahl der Autoren endlich nennen die Blutkörperchen Zellen, auch wenn sie die Membran läugnen, *M. Schultze* bestreitet ihnen selbst diesen Titel.

Erwägt man diese Meinungsverschiedenheiten, von denen nicht einmal alle aufgezählt sind, so wird von vorne herein klar, dass die Ermittlung des eigentlichen Baues der Blutzellen mit grossen Schwierigkeiten verknüpft sein muss, und in der That gibt es wohl keinen Elementartheil im ganzen Organismus von so wandelbarer Beschaffenheit wie diesen. Die Blutzellen sind anerkanntermaassen die Sauerstoffträger des Blutes und der Sitz und die Vermittler energischer chemischer Vorgänge, was Wunder, dass sie durch äussere Einwirkungen ungemein leicht verändert werden. Ist dem so, so wird es natürlich ungemein schwer zu sagen, ob eine Bildung, die man nach gewissen äusseren Einwirkungen an ihnen vorfindet oder vermisst, von Hause aus da war oder fehlte. Am klarsten zeigt sich dies an dem hartnäckigen Streite um die Existenz einer Membran. Sehen wir ganz davon ab, dass viele Forscher der Neuzeit der neuen, auch schon zur Schablone gewordenen Protoplasmaklümpchen- — oder, wie ich lieber sagen will, Protoblastentheorie zu Liebe diese Hüllen läugnen, die schon vor der *Schwann*'schen Zeit ziemlich allgemein angenommen waren, so lässt sich nicht verkennen, dass scheinbar gewichtige Gründe gegen das Vorkommen derselben sprechen. Vor allem werden angeführt das Verhalten der Blutzellen unter dem Einflusse gewisser Reagentien, wie des Harnstoffes, dann bei der Einwirkung von höheren Wärmegraden, der Elektricität, beim Krystallisiren und stärkeren mechanischen Einwirkungen. Vom Harnstoffe habe ich vor mehr als 10 Jahren gezeigt (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. VII. S. 183), dass in concentrirten Lösungen die Blutzellen des Frosches unregelmässig sternförmig werden, worauf dann die Fortsätze theils nach und nach einschmelzen, theils unter Ablösung grösserer und kleinerer gefärbter Tröpfchen, die ebenfalls nach und nach schwinden, vergehen. So bleibt schliesslich nichts übrig als eine kleine dunkelrothe, kernhaltige Kugel, welche endlich bis auf den Kern ebenfalls sich auflöst. Ganz ähnliche Erscheinungen erzeugt nach *A. Böttcher* auch Iodwismuth-Iodkalium, ferner ein höherer Temperaturgrad, wie *Beale* zuerst (*Quart. Journal of Micr. Sc.*, *Trans.* p. 36. Taf. VI. Fig. 2, 3) kurz angegeben und dann *M. Schultze* genau im Einzelnen nachgewiesen hat. Nach *M. Sch.* fällt die Temperatur, bei der die rothen Blutzellen einen solchen Zerfall erleiden, mit derjenigen zusammen, in der die contractilen Substanzen in bleibende Wärmestarre gerathen oder absterben. Beim Menschen und Säugern ist diese Temperatur 52—53°C., beim Huhne 53—54°, beim Frosche 13°, doch scheinen bei letzterem Thiere die Veränderungen nicht immer so energisch einzutreten, wie bei höhern Thieren, indem wenigstens *M. Sch.* keine solchen Umwandlungen zu beobachten Gelegenheit hatte, wie sie *Beale* abbildet. Beachtung verdient auch, dass nach *M. Sch.* die Wärme bei Säugern nur dann solche Veränderungen erzeugt, wenn die Blutzellen noch ihre typische Form haben, nicht aber, wenn sie kugelrund geworden sind, was je nach Umständen früher oder später an dem aus der Ader gelassenen Blute eintritt. Bei 60°C. lösen sich die kugeligen Theilstücke der Blut-

zellen der Säuger auf, es entsteht eine lackfarbene Lösung von unverändertem, noch krystallisationsfähigem Hämoglobin, in der die entfärbten blassen Reste, das »*Stroma*« der Zellen, wie *M. Sch.* mit *Rollett* sich ausdrückt, enthalten sind. — Formänderungen und Ablösungen von Theilen der Blutzellen ähnlich den erwähnten sind endlich auch noch an scheinbar unveränderten Blutzellen des Frosches ohne Anwendung von Reagentien beobachtet von *Beale* (l. c. Fig. 1) und von *Rindfleisch* und *Preyer* an den Zellen von extravasirtem Blute des Frosches und vom *Salamandra maculata* gesehen. Besonders anschaulich schildert der letzte Autor die hierbei stattfindenden Vorgänge (s. auch Tab. XV), erwähnt auch ein Wiederverschmelzen der abgelösten Tropfen mit dem Mutterkörper der Zelle und deutet das Phänomen als ein Zeichen einer auch an farbigen Zellen unter Umständen sich findenden Contractilität, als deren Sitz er einen farblosen Theil derselben ansieht, der in der Regel mit dem Blutfarbstoffe verbunden sei, aber auch für sich zur Beobachtung komme. Zur Unterstützung der letzteren Auffassung beruft er sich auch auf die bei erwachsenen Fröschen und Salamandern noch vorkommenden Theilungen von rothen Blutzellen, welche er von Contractionen abhängig macht.

Die Annahme einer Contractilität der ausgebildeten Blutzellen erwachsener Geschöpfe ist von *Klebs* ausgegangen, der behauptet, dass bei Säugern und beim Menschen die Zellen bei Erwärmung des Blutes auf 38 ° C. unter Verhinderung der Verdunstung sternförmig werden. Nach *Kl.* entspricht die zackige oder Maulbeerform dem bewegten, die biconcave Form dem ruhenden Zustande, während das todte Blutkügelchen kugelig sei. Diese Annahmen sind jedoch schon aus dem Grunde sehr bedenklich, weil in den Gefässen bei lebenden Thieren, die Säuger nicht ausgenommen, niemals sternförmige oder zackige Gestalten gesehen werden, ausserdem hat *M. Schultze* bei Wiederholung der Versuche von *Klebs* dieselben nicht zu bestätigen vermocht und nur an Zellen sehr junger Hühnerembryonen Bewegungserscheinungen gesehen (Berl. kl. Wochenschr. 1864. Nr. 36). Auch die Versuche von *Rollett*, der durch Entladungsströme die Blutkörperchen zackig werden sah, die auf den ersten Blick für *Klebs* zu sprechen scheinen, sind, wie *R.* selbst gezeigt hat, in einer andern Weise zu deuten, indem auch todte Blutzellen durch Elektricität noch sternförmig werden. Was dagegen die Beobachtungen von *Preyer* betrifft, so ist *M. Sch.* nicht abgeneigt, der Deutung dieses Beobachters beizustimmen, lässt jedoch die Möglichkeit offen, dass die Ursache auch eine andere als eine vitale sein könne. Ich möchte mit derselben Zurückhaltung mich aussprechen, kann jedoch nicht umhin, wie *Preyer*, auf die Theilungen rother Blutzellen, die vor allem bei Embryonen sich finden, aufmerksam zu machen, und scheint es mir, dass wenigstens in dieser Zeit in denselben ächtes contractiles Protoplasma vorhanden ist. Ein solches glaubten *Hensen* und *Preyer* auch für die ausgebildeten Amphibienblutzellen annehmen zu dürfen, was zu Gunsten von *Preyer*'s Auffassung gedeutet werden kann.

Kehren wir nun zu unserm Ausgangspuncte zurück und fragen wir, was aus den geschilderten Veränderungen für die Lehre der Membranen der Blutzellen sich ergibt, so kann man *M. Schultze* ganz beistimmen, wenn er sagt, dass die erwähnten Thatsachen schwer ins Gewicht fallen, wenn es sich darum handle, den Aggregatzustand der rothen Blutzellen zu beurtheilen. Dagegen bin ich nicht der Meinung, dass dieselben vollgültige Beweise gegen die Membranen darstellen, denn wer beweist uns, dass nicht eine concentrirte Harnstofflösung, Temperaturen von 52 ° C. und chemische Vorgänge bei extravasirtem und aus der Ader entlassenem Blute die vorhandene Membran zerstört oder verändert haben. Ferner wäre auch die Annahme einer grossen Elasticität und Weichheit der Membran und eines geringen physikalischen Unterschiedes zwischen derselben und dem Inhalte geeignet, manche der erwähnten Erscheinungen in einem andern Lichte erscheinen zu lassen, als es bisher der Fall war, und endlich lässt sich die Frage aufwerfen, ob nicht die Blutzellenmembran im Stande ist, ohne selbst zerstört zu werden, den Inhalt an

Einem oder vielen Puncten durchsickern zu lassen, wie dies z. B. an den Darmcylindern, deren Basalmembran unzweifelhaft ist, mit den Schleimtropfen des Innern der Fall ist.

Ich bin nun allerdings nicht gemeint, die eine oder andere dieser Möglichkeiten als bewiesen hinzustellen, immerhin zeigen dieselben so viel, dass es nicht so leicht ist, wie Manche denken, den Mangel einer Membran unumstösslich darzuthun. Dasselbe gilt auch für die andern in dieser Richtung verwertheten Thatsachen, vor allem für die von *Rollett* und *Neumann* beschriebenen Veränderungen der Blutzellen durch elektrische Ströme, in welchem Falle ebenfalls ein Abschmelzen einzelner Theile der Zellen und ein Zusammenfliessen der Zellen zu grösseren Tropfen wahrgenommen wird, welche Erscheinungen *Neumann* selbst nicht als Beweis des ursprünglichen Fehlens einer Membran ansieht. Auch die Möglichkeit an den Blutzellen durch Druck die wunderbarsten Gestalten zu erzeugen, ja selbst Stücke von denselben abzusprengen, ohne dass Inhalt ausfliesst (*Rollett*), ebenso wie die jedem Mikroskopiker bekannte Thatsache, dass rund gewordene Blutzellen des Frosches oft den Kern austreten lassen, ohne dass eine Rissstelle sichtbar wird oder der Inhalt austritt, erscheinen mir unter der Annahme einer weichen und dehnbaren Membran nicht unverständlich.

Man hat endlich noch gegen die Membran eingewendet, dass die Blutzellen keine doppelten Contouren darbieten (*Brücke*) und dass sie *in toto* krystallisiren (*Beale*). Beides ist richtig, aber nicht beweisend. Dass einfache Contouren nicht den Mangel einer Membran beweisen, habe ich schon früher (S. 14) nachgewiesen, und was die Umwandlung der Blutzellen in Krystalle betrifft, so zweifelt Niemand daran, dass dieselbe nur in Folge einer wesentlichen Aenderung des chemischen Verhaltens vor sich geht, bei welcher ja ebenfalls die Hüllen in Mitleidenschaft gezogen werden könnten.

Ist somit das ursprüngliche Fehlen einer Membran der Blutzellen bis jetzt in keinem Falle mit Bestimmtheit nachgewiesen, so frägt es sich zweitens, ob die Anwesenheit derselben sich sicher darthun lasse. Man hat bei der Einwirkung verschiedener Reagentien (Sublimat, *Harting* [Ned. Lanc. $18^{51}/_{52}$. S. 224], Salpetersäure von 2—3 %, *Reichert;* Phosphorsäure, *Neumann;* Tannin, Essigsäure), besonders an den grossen Blutzellen der nackten Amphibien, Membranen mit Bestimmtheit erkannt, und halte ich für mich diese Thatsachen für ganz schlagend; allein wenn man zweifeln will, so lässt sich von allen diesen Fällen sagen, die zu Tage getretenen Hüllen seien durch das Reagens erzeugt worden. Anders verhält es sich jedoch mit der Einwirkung des Wassers oder diluirter Lösungen unschädlicher Stoffe, welche das Hämoglobin ausziehen und mit der angewendeten Flüssigkeit gefüllte Hülsen zurücklassen, an denen bei den Amphibien auch doppelte Contouren und unter verschiedenen Verhältnissen Faltenbildungen leicht sich wahrnehmen lassen, und halte ich diese Thatsache für voll beweisend, bis und so lange nicht dargethan wird, dass die Blutzellen einen in Wasser gerinnenden Stoff enthalten, was bis jetzt nicht geschehen ist. Ferner erwähne ich das Bersten der Blutzellen des Frosches durch Druck, wobei die Hülle deutlich sichtbar wurde (s. *A. Böttcher, Virch.* Arch. Bd. XXXVI. S. 384), die von selbst eintretende Entfärbung von Blutzellen des Frosches, wobei die Hüllen deutlich werden (*A. Böttcher*, l. c.), dann das Zurücktreten des gefärbten Inhaltes von der Hülle bei Zusatz verschiedener Stoffe (s. bes. *Hensen*, l. c.), endlich das von *mir* (*Cyclop. of Anat.* Art. *Spleen.* Fig. 537) und *Owsjannikow* beobachtete Vorkommen von Krystallen von Hämoglobin innerhalb leerer unzweifelhafter Hüllen, die bei Fischen neben den Krystallen auch noch den Kern einschlossen.

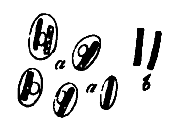


Fig. 443.

Fig. 443. Blutkörperchen mit gelben Krystallen aus der Milz und Milzvene der *Perca fluviatilis*, 350 mal vergr. *a.* Zellen mit Wasser behandelt, *b.* freie Krystalle.

Die sonstige Zusammensetzung der Blutzellen anlangend, so erwähne ich nun noch, dass *A. Böttcher* an den Zellen der Säuger Kerne annehmen zu dürfen glaubt. Gegen diese Annahme muss ich jedoch wie *Klebs* und *Henle* meine Bedenken aussprechen, und halte ich es für sicher, dass das, was in der Regel nach dem Ausziehen des Farbstoffes an den Blutzellen der Säuger sich erhält, die Hülle ist. Dagegen scheint es mir nicht unmöglich, dass das, was *Böttcher* in seinen Figg. 5 *d, d'*. 6 und 7 abbildet, Kernreste waren, auf jeden Fall waren aber auch diese Bildungen ganz anders beschaffen als die Kerne, die man bei Säugethierembryonen und bei niedern Wirbelthieren findet. — Was die Zusammensetzung des Inhaltes der Blutzellen betrifft, so geht aus *Hoppe*'s Untersuchungen hervor, dass derselbe bei verschiedenen Thieren verschieden ist, und erklären sich wohl so z. Th. die verschiedenen Befunde über Mangel und Anwesenheit von Protoplasma oder eines »*Stroma*«, d. h. einer das Hämoglobin tragenden Substanz. Der Mensch und Hund enthalten in den Blutzellen, abgesehen von Spuren anderer Stoffe, nur krystallisirbares Hämoglobin, während bei Vögeln und mehreren anderen Säugern auch wesentliche Mengen von Eiweisskörpern sich finden. Bei den ersteren Geschöpfen kann somit das, was nach dem Ausziehen des Hämoglobins zurückbleibt, nichts anderes sein als die Hülle, während bei den andern möglicherweise auch der Inhalt noch andere Stoffe enthält, die man vorläufig als Protoplasma bezeichnen kann, um so mehr, da dieses durch *Hensen* und *Preyer* bei den nackten Amphibien auch durch das Mikroskop nachgewiesen wurde. Dass die sich entwickelnden Blutzellen der Embryonen, auch nachdem sie schon gefärbt sind, noch Protoplasma und Dotterkörner enthalten, ist schon längst bekannt und werden vielleicht weitere Untersuchungen über die Contractilität der Blutzellen zeigen, dass es eine Zeit gibt, in der bei Embryonen und vielleicht auch bei Erwachsenen auch die rothen Zellen noch contractil sind.

Die Bedeutung der Blutkörperchen der Säuger im Allgemeinen anlangend, so kann es meiner Meinung nach, mag man nun an denselben Hüllen annehmen oder nicht, nicht zweifelhaft sein, dass dieselben auf den Namen »Zellen« Anspruch haben, und verweise ich in dieser Beziehung auf die von mir in §. 5. S. 11 dargelegten Grundsätze, mit denen auch die Auseinandersetzung stimmt, die unabhängig von mir *A. Böttcher* in *Virch.* Arch. Bd. XXXVI. S. 418 u. fg. gegeben hat.

Der Einfluss verschiedener Reagentien auf die Blutzellen ist schon oft untersucht worden, jedoch sind die erhaltenen Ergebnisse zum Theil von geringer Bedeutung, und führe ich daher hier, z. Th. nach eigenen Untersuchungen der Blutzellen des Menschen nur dasjenige an, was dazu dienen kann, ihre anatomischen und physiologischen Verhältnisse aufzuklären. Wasser macht die Blutzellen zuerst kugelrund und wegen Abnahme des Breitendurchmessers bei Zunahme der Dicke kleiner (von 4,5—5,4 μ), was am schönsten an säulenartig vereinten Körperchen zu beobachten ist. Dann wird meist ohne weitere Veränderung der Grösse und langsam, bald plötzlich und mit einem ruckweisen Aufquellen, Hämoglobin und sonstiger Inhalt derselben ausgezogen, so dass die Blutflüssigkeit dunkelroth sich färbt, die Körperchen dagegen als farblose und so blasse Bläschen oder Ringe erscheinen, dass sie oft äusserst schwer aufzufinden sind. Doch kann man dieselben durch Zusatz von Iodtinctur, welche sie gelblich färbt, oder von Salzen (Kochsalz, Salpeter etc.), von Gallus- und Chromsäure, welche die Zellenreste verkleinern und schärfere Umrisse erzeugen, leicht deutlich zur Anschauung bringen und sich so überzeugen, dass Wasser die Zellen keineswegs löst oder zerstört. Immer widerstehen einzelne Blutzellen dem Einflusse des Wassers länger und sind noch gefärbt, während alle andern schon ihren Farbstoff abgegeben haben, doch ist noch unausgemacht, ob dieselben, wie gewöhnlich angenommen wird, als jüngere Bildungen anzusehen sind oder als ältere. Für das letztere scheint zu sprechen, dass ältere Zellen überhaupt festere Hüllen haben als jüngere, und dass auch die Blutkörperchen, wenn sie ausserhalb der Gefässe, z. B. in Blutergüssen, ihrem Schicksale überlassen bleiben, mit der Zeit immer mehr Widerstand leisten, doch ist zuzugeben, dass vorläufig weder nach der einen noch nach der andern Seite der Entscheid ge-

geben werden kann. Aehnlich wie Wasser, nur meist kräftiger und selbst zerstörend, wirken noch viele andere Stoffe, namentlich Säuren und Alkalien, jedoch nicht alle mit derselben Entschiedenheit. Dem Wasser sehr ähnlich wirken Gallussäure, Holzessig, *Aqua chlorata*, eine wässerige Iodlösung, Schwefeläther, Chloroform. In den erstern drei bleiben die Blutzellen als deutliche, blasse Ringe zurück, während sie in Schwefeläther zwar nicht ganz einschmelzen, wie *v. Wittich* angegeben, wohl aber augenblicklich zu den zartesten, blassesten Ringen von $^1/_3$—$^1/_4$ der frühern Grösse sich umwandeln, welche in dem zugleich entstehenden feinkörnigen Gerinnsel nur schwer zu sehen sind, jedoch durch Zusatz von Salzen (Salpeter z. B.) etwas deutlicher werden. Von einer wirklichen Auflösung der Zellen sah ich nichts. Chloroform wirkt ebenso, nur langsamer, und werden die Körperchen zuerst merklich kleiner und glänzend gelb. — Essigsäure von 10 Proc. macht die Körperchen augenblicklich ungemein blass, so dass sie kaum mehr wahrzunehmen sind, doch lösen sich dieselben keineswegs auf, sind vielmehr noch nach mehreren Stunden als zarte Ringe zu sehen. Eine 20 Proc.-Lösung wirkt schon stärker, und in *Acid. aceticum glaciale* lösen sich in dem schmierigen und braunen Blute in Zeit von zwei Stunden die Zellen gänzlich auf. – Concentrirte Schwefelsäure macht das Blut schwarzbraun. Die Körperchen sind blass und, obschon noch etwas gefärbt, kaum zu erkennen, weil ihre Umrisse in einander verschwimmen. Durch Zusatz von Salpeter oder Wasser, welches letztere einen besondern Niederschlag erzeugt, werden dieselben wieder deutlich als kleine mattgelbe, runde Körperchen. Nach einigen Stunden Einwirkung der Säure ist Alles gelöst. – Concentrirte Salzsäure, die das Blut braun macht und einen weissen Niederschlag erzeugt, verkleinert beim langsamen Zufliessen die meisten Zellen und macht viele im Innern körnig, erzeugt auch an einigen Risse, so dass der Inhalt in Gestalt eines blassen Streifens, der wie ein Stiel des Körperchens sich ausnimmt, heraustritt, dann erblassen alle, so dass man sie ohne Zusätze von Salzen kaum mehr sieht. Nach einigen Stunden sind viele derselben gelöst, doch widerstehen einzelne länger. — Salpetersäure färbt concentrirt das Blut olivenbraun, die Körperchen grünlich. Letztere sind runzelig, aber nicht kleiner, und zum Theil in dem sich bildenden Gerinnsel eingeschlossen, zum Theil frei und über demselben gelegen. Von einer Auflösung ist nach mehreren Stunden noch nichts wahrzunehmen, doch tritt dieselbe nach einem Tage ein. Von Alkalien wirkt Kali am stärksten. Eine 10 Proc.-Lösung macht das Blut schwarz und löst die kugelrund und kleiner werdenden Blutzellen alle auf der Stelle auf. Aehnlich verhält sich auch eine Lösung von 20 Proc., nur bleiben einzelne Zellen noch einige Zeit als blasse Ringe zurück, wogegen eine concentrirte Lösung die Körperchen nicht angreift, ausser dass sie dieselben ungemein verkleinert, wobei sie entweder kugelrund bleiben oder zackig und faltig werden. Das Blut als Ganzes erhält durch diese Lösung ein Gerinnsel und anfänglich eine ziegelrothe, dann eine hell braunrothe Farbe. Durch nachherigen Wasserzusatz vergrössern sich die Blutkügelchen wie sonst in keinem Reagens bis zu 13 μ, indem sie meist platt bleiben, und vergehen dann wie in verdünnten Kalilösungen. *Natron causticum* und *Ammonium causticum* von 10 Proc. verhalten sich wie die entsprechende Kalilösung, nur ist die Wirkung etwas schwächer, dagegen wirkt *Natron causticum concentr.* ganz wie *Kali concentr.* — Dieselbe Erscheinung der Verkleinerung der Blutzellen, die schon einige der bisher besprochenen Stoffe darboten, zeigt sich nun noch in vielen andern Fällen und lässt sich auf die Entziehung von Substanzen, Wasser vor allem, aus den Blutzellen zurückführen, indem es immer concentrirte Lösungen sind, die so wirken. Fast immer wird auch in diesen Fällen, weil die Blutzellen von mehreren Puncten aus das Licht zurückwerfen, die Blutfarbe heller, meist ziegelroth, jedoch nicht immer ganz entsprechend dem Schrumpfen der Zellen (*Moleschott*). Schon die einfache Verdichtung des Blutplasma durch Verdunsten macht die Blutzellen mehr oder weniger einschrumpfen, wobei sie entweder zu runden, 2,2—4,5 μ grossen, dunklen, glänzenden Kügelchen oder zu gezackten, sternförmigen Körpern, oder endlich zu verschiedentlich verbogenen und gefalteten Plättchen werden. Ebenso wirken alle concentrirteren Lösungen von Metall- und andern Salzen, wenn sie nicht, wie z. B. Höllenstein, gleich zerstörend eingreifen. Die Wirkungen besonders der im Blute befindlichen löslichen Salze haben *Donders* und *Moleschott* verfolgt, doch stimmen die von mir erhaltenen Ergebnisse mit denen dieser Forscher nicht ganz überein. Nach meinen Erfahrungen wirken die Neutralsalze in derselben Weise, wie auf die Samenfäden, so dass die Chlorverbindungen und die *Nitrate* den *Sulphaten* und

Phosphaten vorangehen. So schrumpfen schon in einprocentigen Solutionen von NaCl die Blutzellen stark, während sie in gleich starken Lösungen von Glauber- und Bittersalz wie in Wasser sich verhalten und erst in 10 Proc.-Lösungen sich zu verkleinern anfangen. Um die Blutzellen unverändert zu erhalten, bedarf es einer $1/2$ Proc.-Lösung von Kochsalz und einer 5—6 Proc.-Lösung von Glaubersalz. Eigenthümlich ist, dass, wie ich finde, stark concentrirte Salzlösungen die Blutzellen erst schrumpfen, dann aber wieder aufquellen machen und endlich entfärben, bei welchem Vorgange Kochsalz ebenfalls stärker wirkt als die andern Salze; ersteres, nämlich das Wiederaufquellen, hat auch *Botkin* gesehen, jedoch nicht zur Erklärung der von ihm beobachteten Thatsache verwerthet, dass durch starke Salzlösungen hellroth gewordenes Blut später wieder eine dunkle Farbe annimmt. Nach *Botkin* werden Blutzellen, die mit starken Salzlösungen behandelt worden waren, durch Wasser schneller zerstört als solche, bei denen man nur verdünnte Lösungen angewandt hatte, aus dem Grunde, wie er sicher mit Recht annimmt, weil im ersteren Falle der endosmotische Strom zu stark ist. — Aehnlich, wie bei concentrirteren Salzen, finde ich auch die Veränderung bei Zusatz von Alkohol, Iodtinctur, Chromsäure und Kreosot, von denen die beiden erstern die Blutzellen einfach kleiner und runzlig, die letztern auch noch im Innern körnig machen. Besonders ausgezeichnet ist in dieser Beziehung das Kreosot, das die Blutzellen zum Theil zu ganz dunklen, selbst fettartig glänzenden, körnigen und gleichartigen Körnern und Kugeln umwandelt, zum Theil auch zu sehr schönen, selbst vieleckig sich abflachenden, hellen Bläschen erblassen macht. Nach älteren und neueren Erfahrungen, besonders von *Kühne* (*Virch.* Arch. XIV. S. 333), lösen die Natronsalze der Glycocholsäure, Cholalsäure und Choloidinsäure in jeder Stärke die Blutzellen des Menschen und der Thiere, mit Ausnahme derer des Frosches, vollkommen auf. In derselben Weise wirkt auch die Galle des Menschen. — Sehr wichtig sind die Beziehungen des Sauerstoffes zu den Blutzellen. Schon vor mehreren Jahren haben *Schönbein* und *His* gezeigt, dass die Blutzellen das Vermögen haben, den positiv erregten Sauerstoff, oder das *Antozon*, aus gewissen Verbindungen zu lösen und ihn auf andere Stoffe überzuleiten, die dann ebenso oxydirt werden, wie wenn negativ erregter Sauerstoff (*Ozon*) auf sie eingewirkt hätte. Ausserdem glaubt *A. Schmidt* noch nachgewiesen zu haben, dass die Blutzellen auch neutralen oder atmosphärischen Sauerstoff in den Zustand der Activität versetzen, mit Bezug auf welche, für die Physiologie sehr wichtige Frage auf die ausführlichen Arbeiten dieses Forschers verwiesen wird. Für den Mikroskopiker sind besonders wichtig die Veränderungen der Blutzellen durch den Sauerstoff. Der Sauerstoff hat keinen Einfluss auf die Farbe des reinen Hämoglobins, wohl aber die Kohlensäure, die dasselbe dunkelroth macht (*A. Schmidt*), sowie aber in der Lösung des Farbstoffes auch nur die Hüllenreste der Blutzellen sich finden, wie diess bei den älteren Versuchen von *Bruch* der Fall war, so wird dieselbe durch Sauerstoff heller roth, und noch mehr geschieht diess in einem Blute mit unveränderten Blutzellen, was nur von einer Gestaltveränderung der Blutzellen herrühren kann (*A. Schmidt*), wie sie schon von *Nasse* und *Harless* behauptet, aber später bezweifelt worden war. Leitet man neutralen Sauerstoff durch dünne Blutschichten, so wird das Blut nach und nach lackfarben, der Blutfarbstoff tritt aus den Zellen und werden endlich auch die Hüllen derselben aufgelöst, Vorgänge, die beim Blute des Hundes schon nach 15—18 Stunden, beim Pferde nach $2\frac{1}{2}$ Tagen, beim Rinde nach 8—10 Tagen erst eintreten. Viel energischer wirkt erregter Sauerstoff (Ozon), und wird in diesem Falle schon in Minuten und Stunden bewirkt, wozu dort Tage nöthig sind (*A. Schmidt*). Eine Beschleunigung der Auflösung der Blutzellen bei abwechselndem Zuleiten von O und CO_2, die *Harless* seiner Zeit behauptet hatte, kann *A. Schmidt* nicht bestätigen. — Wie durch gewisse Wärmegrade (s. oben), so werden die Blutzellen auch durch das Gefrieren zerstört (*Rollett*), wobei jedoch die Hüllen sich erhalten (*A. Böttcher* gegen *Rollett*), und soll nach *Pouchet* (*Revue méd.* 1865. II. p. 689) bei theilweisen Erfrierungen der Eintritt des veränderten Blutes in die Circulation, wenn die Menge desselben gross genug ist, bei Thieren den Tod bewirken. — Auch Elektricität zerstört die Blutzellen, und zwar constante Ströme in Folge der Elektrolyse und vielleicht auch, wie *A. Schmidt* (*Virch.* Arch. Bd. XXIX. S. 29) vermuthet, unter Mitwirkung des durch den elektrischen Strom erregten Blutsauerstoffes. Hierbei lösen sich am negativen Pole die Blutzellen spurlos auf, nachdem sie erst zackig und dann wieder rund geworden waren, während am positiven Pole einfach der Farbstoff austritt, die Hüllen (*Stroma* der Autoren) dagegen sich erhalten (*Neumann*). Entladungsschläge (*Rollett*, und indu-

cirte Ströme (*Neumann*) machen die Blutzellen erst zackig, dann rund, wobei viele derselben zusammenfliessen (s. oben), endlich geben dieselben allen Farbstoff ab, erhalten sich jedoch in ihren Hüllen.

Blutkörperchen der Thiere. Die kernlosen Blutkörperchen der Säugethiere weichen in der Form von denen des Menschen nicht ab, nur die des Kameels und Lamas sind oval und 8 μ lang; meist sind dieselben kleiner als beim Menschen, beim Hunde 7,3 μ, Kaninchen 6,9 μ, der Katze 6,5 μ, der Fledermaus (*V. noctula*) 6,1 μ, dem Siebenschläfer 6,2 μ, der Ratte 6,3 μ, dem Schweine 6,0 μ, dem Pferde und Rinde 5,6 μ, dem Schafe 5,0 μ, der Ziege 4,6 μ, am kleinsten (2,5 μ) beim Moschusthiere, selten grösser (9,4 μ) wie beim Elephanten. Alle niedern Wirbelthiere haben fast ohne Ausnahme ovale, kernhaltige Blutkörperchen von der Form von Kürbiskernen. Die der Vögel betragen von 12—14 μ Länge, 6,5—8,0 μ Breite und haben mehr rundliche Kerne, die der Amphibien messen zwischen 15 und 58 μ Länge, haben runde und ovale Kerne, an denen *Vaillant* bei *Siren* bei Iodwasserzusatz eine Hülle gesehen haben will, und sind am grössten bei den nackten Amphibien (*Rana temporaria* 21—22 μ Länge, 15,5 μ Breite; *Triton cristatus* 29 μ Länge, 19,5 μ Breite; *Salamandra maculata* 37 μ Länge, 23,8 μ Breite; *Proteus anguineus* 58 μ Länge, 33—35 μ Breite; *Cryptobranchus japonicus* 51 μ Länge, 31 μ Breite; *Siren lacertina* nach *Vaillant* 54—58 μ Länge, 24—27 μ Breite; die von *Amphiuma tridactylum* sind nach *Riddell* [*Journ. de la phys.* II. p. 159] ein Drittheil grösser als die von *Proteus*, und somit, wenn diess richtig ist, die grössten aller bekannten Blutzellen), die der Fische endlich haben meist 13—17 μ Länge, nur die der Plagiostomen messen 22—33 μ, die von *Lepidosiren* 41 μ Länge, 29 μ Breite. Die von *Myxine* und *Petromyzon* sind 5 μ gross, rund und schwach biconcav. *Amphioxus* hat keine und *Leptocephalus* farblose Blutkörperchen. — Die Blutkörperchen der Wirbellosen gleichen den farblosen Zellen des Blutes der höhern Thiere und sind fast immer ungefärbt. Für Weiteres ist auf die ausgezeichnete Arbeit *Welcker*'s (l. i. c.) zu verweisen, aus der schon eine Reihe der oben angeführten Zahlen entnommen wurden. Nur das physiologisch wichtige Ergebniss hebe ich noch hervor, dass, während die Volumina der einzelnen Blutzellen bei den Wirbelthieren ungemein schwanken, die Gesammtvolumina der Blutkörperchen gleicher Blutmengen nur wenig abweichen. So sind:

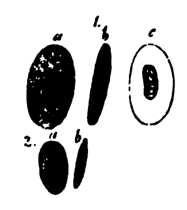


Fig. 444.

	beim Menschen	Taube	Eidechse	Frosch	Triton	Proteus
die Volumina der einzelnen Zellen . . .	1,0	1,7	9,2	9,2	17,7	127,7
das Gesammtvolumen der Blutkörperchen in derselben Blutmenge	1,0	0,7	0,8	0,7	0,4	0,9.

Hieraus folgt nun weiter, dass die Gesammtoberfläche der Blutzellen einer gleichen Menge Blutes bei den Thieren mit kleinen Zellen erheblich grösser ist als bei denen mit grossen Zellen, was auf die Leistung der Blutzellen bei der Athmung von Einfluss sein muss.

Als aussergewöhnliche oder seltenere Bestandtheile des Blutes sind hier noch folgende zu erwähnen: 1) Zellen, welche Blutkörperchen einschliessen, von *Ecker* und *mir* im Blute der Milz und Lebergefässe und auch sonst im Blute gesehen (s. meine Mikr. Anat. II. 2. S. 269 flgde. und oben S. 453 u. §. 17); 2) pigmentirte und farblose Körnchenzellen von *mir*, *Ecker*, *Meckel*, *Virchow* und *Funke* beobachtet, namentlich bei Wechselfiebern und Milzleiden (l. c.); 3) blasse, feinkörnige rundliche Haufen, im Blute der Milzvene (*Funke*) und im Gesammtblute und im Blute der Milz bei säugenden Thieren (*ich*). Im letztern Falle sind es 23—45 μ grosse, nicht scharf umschriebene Massen, deren Körnchen im Wasser bis zu 2 μ aufquellen. Dieselben vergehen in Kali rasch und in Essigsäure nach und nach, werden dagegen von Aether und Alkohol nicht angegriffen und scheinen demzufolge vorzüglich aus einem leicht löslichen Eiweisskörper zu bestehen (Würzb. Verh. VII. S. 190). Mit diesen Gebilden sind offenbar die Körnchenbildungen übereinstimmend, die *M. Schultze* als einen normalen Bestandtheil des Blutes schildert (l. i. c. S. 36. Fig. 17. 18); dagegen sind die von *Beale* erwähnten blassen Körperchen von der Grösse kleiner Lymphkörperchen,

Fig. 444. 1. Blutzellen des Frosches, *a.* von der Fläche, *b.* von der Seite, *c.* durch Wasser entfärbt. 2. Blutzellen der Taube, *a.* von der Fläche, *b.* von der Seite.

die *Böttcher* auch hierher zieht, offenbar etwas anderes, und scheinen mit den zweifelhaften *Zimmermann*'schen Elementarbläschen übereinzukommen, in Betreff welcher *Hensen*, *M. Schultze* und *Böttcher* zu vergleichen sind; 4) eigenthümliche concentrische Körper von der 3—4fachen Grösse der farblosen Körperchen, ähnlich denen der Thymus (cf. *Henle*, Zeitschr. f. rat. Pathol. Bd. VII. S. 44) von *Hassall* in fibrinösen Gerinnseln des Herzens gefunden; 5) geschwänzte blasse oder pigmentirte Zellen (*Virchow* Arch. II.); 6) farblose, nicht näher bestimmte Krystalle im Blute einer Leukämischen, gesehen von *Neumann*; 7) Krystalle von *Bilirubin*, wahrscheinlich erst nach dem Tode entstanden (*Neumann*). — Hier sind auch noch zu erwähnen die im Blute unter besondern Verhältnissen sich bildenden Formelemente, die Fibringerinnsel und rothen Krystalle. Erstere erscheinen in Blutcoagulis meist in Gestalt feiner, ungemein dicht verfilzter Fäserchen von unregelmässigem Verlaufe, hie und da als stärkere, 2—6,7 μ breite, mehr gerade und überall gleichbreite Fasern, und sollen auch in Form von Plättchen, ähnlich den Epidermisschüppchen, sich finden (Faserstoffschollen, *Nasse*). Von rothen Krystallen, die aus Blut sich bilden, hat man zweierlei zu unterscheiden, erstens solche, die in gesundem, frischem Blute von selbst oder ohne Weiteres beim Eintrocknen entstehen (Krystalle von Hämoglobin (Hämatoglobulin, Hämatokrystallin, Globulin)), und zweitens solche, die in ältern Blutergüssen, in zersetztem Blute oder durch eingreifende chemische Behandlung auftreten. Zu den letztern zählen *a*) die durch *Virchow*'s Untersuchungen so bekannten Hämatoidinkrystalle aus ältern Blutergüssen, in Form rhombischer Täfelchen, die durch ihre Unlöslichkeit in Wasser, Alkohol, Aether und Essigsäure sich auszeichnen, so wie dadurch, dass sie durch concentrirte Schwefelsäure ein ähnliches Farbenspiel durchmachen, wie der Gallenfarbstoff durch concentrirte Salpetersäure; *b*) die von *Leydig* (Zeitschr. f. wiss. Zool. I. S. 266) und *Berlin*, in zersetztem Blute aus dem Magen von *Clepsine* (Blut von *Nephelis*) und einer Milbe, *Amblyomma exornatum* (Blut von *Python Schneideri*), beobachteten Krystalle; *c*) von *Teichmann* aus dem Blute durch Behandlung desselben mit Essigsäure erhaltene rothe, braune und schwarze Krystalle, die er irrthümlich für reines Hämatin hielt und Häminkrystalle nannte (Zeitschr. f. rat. Med. Bd. III. 1853. S. 375 u. Bd. VIII. S. 141). Das Interesse für diese letztern Krystalle ist auch noch dadurch gesteigert worden, dass *Brücke* dieselben zum Erkennen von Blutflecken verwendet hat. Ein Blutflecken wird mit destillirtem Wasser ausgezogen, die Flüssigkeit mit einigen Tropfen Kochsalz im *vacuo* über Schwefelsäure eingetrocknet, dann mit Eisessig übergossen und auf dem Wasserbade eingedampft. Mit einigen Tropfen destillirtem Wasser wird dann auf die *Teichmann*'schen Krystalle untersucht. Krystalle von rother Farbe (Hämoglobinkrystalle) in normalem, ganz frischem Blute habe ich im Jahre 1849 (*Todd*'s *Cyclop. of Anat.* Juny 1849. Art. »*Spleen*«. p. 792, Zeitschr. f. wiss. Zool. I. S. 266 u. Mikr. Anat. II. S. 280) beschrieben, und zwar aus dem Blute des Hundes, von Fischen und einem *Python*, und zwar theils innerhalb der Blutzellen, theils frei im Blute, namentlich der Milz und Leber. Namentlich das erste Vorkommen schien mir zu beweisen, dass dieselben schon während des Lebens im Blute vorhanden sind und aus einer dem Hämatin und Hämatoidin (*Virchow*) verwandten Substanz bestehen, doch zeigte ich auch, dass dieselben in Essigsäure, Salpetersäure und kaustischen Alkalien sich lösen, mithin auf jeden Fall nicht einfach Hämatoidin sind. Zwei Jahre später fand *Funke*, ohne von meinen Erfahrungen zu wissen, diese Krystalle selbständig im Milzblute des Pferdes, Hundes, des Menschen und der Fische auf, worauf dann *Kunde* (Zeitschr. f. rat. Med. 1852. II. S. 271) ihr allgemeines Vorkommen in jedem Blute nachwies und die schönen tetraëdrischen und hexagonalen Formen derselben entdeckte. Aus den sorgfältigen Untersuchungen von *Funke* (*De sanguine venae lienalis.* Lips. 1851, auch in *Henle*'s Zeitschr. N. Folge. Bd. I. S. 172, und Neue Beob. üb. d. Krystalle d. Milzvenen- u. Fischblutes. *ibid.* II. S. 199) geht mit Sicherheit hervor, dass diese Krystalle ausserhalb des Körpers entstehen. *Funke* sprach zugleich die Vermuthung aus, dass diese Krystalle aus dem Globulin der Blutzellen in Verbindung mit Hämatin bestehen, was von *Lehmann*, dem wir viele schöne Erfahrungen über dieselben verdanken, durch genaue Untersuchungen bestätigt (Phys. Chem. 1853. I. S. 365 u. II. S. 151) und später (dahin) erweitert wurde, dass die Krystalle auch von dem Farbstoffe befreit zu erhalten seien. Zugleich zeigte derselbe, dass die von *Reichert* schon im Jahre 1849 in *Müll.* Arch. beschriebenen merkwürdigen rothen Eiweisstetraëder aus den Eihüllen des Meerschweinchens nichts als solche

Krystalle gewesen seien. In neuester Zeit sind diese Krystallbildungen besonders von *Rollett* und *v. Lang*, von *A. Böttcher* und *A. Schmidt* sorgfältig untersucht worden, und hat sich hierbei noch folgendes hier Erwähnenswerthe ergeben. Es bilden sich die Hämoglobinkrystalle vor allem dann, wenn der Inhalt der Blutzellen aus denselben austritt, seltener, wenn das Hämoglobin noch innerhalb der Blutzellen sich findet. Als neue Mittel Krystallisation des Blutes zu erzeugen, haben wir kennen gelernt das Gefrierenlassen des Blutes (*Rollett*), die Erwärmung desselben bis zur Zerstörung der Blutzellen (von *M. Schultze* beim Blute des Meerschweinchens gesehen), Entladungsschläge (*Rollett*), constante Ströme (*A. Schmidt*), bei denen die Krystalle am positiven Pole sich ausscheiden, gänzliche Befreiung des Blutes von seinen Gasen (*Rollett*), Zerstörung der Blutzellen durch Fäulniss (*A. Böttcher*), verschiedene chemische Agentien, wie Chloroform (*A. Böttcher*), wasserfreies Glaubersalz und Bittersalz, phosphorsaures Natron, essigsaures Kali, salpetersaures Kali (*A. Böttcher* und *Bursy*), Alkohol und Aether. Die Darstellung des Krystallin gelingt am leichtesten beim Meerschweinchen und Eichhörnchen, dann beim Hunde, schwieriger beim Menschen und den übrigen Säugern. Oft genügt es, um dieselben hervorzurufen, Blut mit etwas Wasser verdünnt unter einem Deckgläschen sich selbst zu überlassen. Am sichersten aber gelingt es mit Chloroform nach *A. Böttcher*, indem man entweder gewässertes Blut in einem Reagensgläschen mit einigen Tropfen Chloroform schüttelt und in der Kälte stehen lässt, oder eine dünne Blutschicht in einer feuchten Kammer Chloroformdämpfen so aussetzt, dass Luft zutreten kann, was durch Aufheben des Deckglases erreicht werden kann. Die Ursachen der Krystallbildung betreffend, so scheint eine Oxydation des Hämoglobins bei derselben eine Hauptrolle zu spielen, doch sind in dieser Beziehung noch nicht alle Zweifel gehoben. — In allen Fällen, wo in Lösung getretenes Hämoglobin krystallisirt, sind die Hüllen der Blutzellen bei dem Vorgange unbetheiligt, aber auch im Innern der Blutzellen kann der Farbstoff krystallisiren, wie wir oben sahen, in andern Fällen scheinen jedoch die Blutzellen *in toto* sich in Krystalle umzuwandeln, in welchem Falle das Schicksal der Hüllen nicht ermittelt ist.

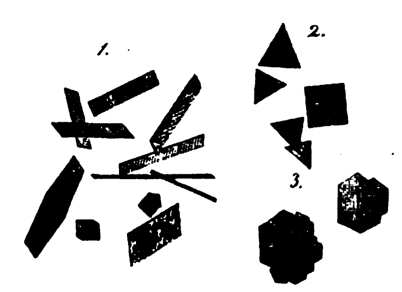


Fig. 445.

Die Hämoglobinkrystalle, die bei Wirbelthieren aller Abtheilungen und auch bei Wirbellosen sich finden, sind rothe oder farblose (*Rollett* bezweifelt die Angaben von farblosen Blutkrystallen) Nadeln, Säulen, Tafeln, auch Tetraëder, Octaëder (Meerschweinchen, Ratte), oder hexagonale Tafeln (Eichhörnchen, Maus [*Bojanowsky*]). Diese Krystalle gehören nach *v. Lang* dem rhombischen und hexagonalen Systeme an und sind pleochromatisch. Dieselben zeichnen sich durch ihre geringe Beständigkeit aus, indem sie an der Luft vergehen, im Wasser leicht löslich sind, ebenso in Essigsäure, Alkalien, Salpetersäure und erregtem Sauerstoff (Ozon). Durch Alkohol werden die Krystalle unlöslich, doch quellen sie durch Essigsäure um das 3—4 fache auf und gehen beim Auswaschen der Säure auf ihr früheres Volumen zurück (*Reichert*'s Krystalle). An der Luft zersetzen sie sich und hinterlassen beim Glühen eine eisenhaltige Asche. — Für weitere Einzelnheiten verweise ich vor allem auf die Arbeiten von *Funke*, *Lehmann*, *Rollett*, *A. Böttcher* und *A. Schmidt*.

§. 214.

Physiologische Bemerkungen. Die Entwickelung der Bluträume geht in so fern überall nach demselben Typus vor sich, als dieselben alle Intercellulargänge darstellen. Im Einzelnen zeigen sich jedoch manche Abweichungen, die

Fig. 445. Aus frischem Blute erhaltene Krystalle. 1. Prismatische Krystalle vom Menschen. 2. Tetraëder vom Meerschweinchen. 3. Sechsseitige Tafeln vom Eichhörnchen. Nach *Funke*.

es gut ist, auseinander zu halten; auch muss man nicht aus dem Auge verlieren, dass die erste Bildung der Bluträume beim Embryo und die Weiterentwicklung derselben zwei verschiedene Dinge sind.

Das Herz und die ersten grossen Gefässe des Embryo (*Arcus aortae. Venae omphalomesentericae*) stellen in den ersten Anlagen solide Zellenstränge dar, die durch Ausscheidung von Flüssigkeit im Innern zu Bluträumen werden. Haben diese Theile einige Zeit in diesem Zustande von Zellenschläuchen, in welchem das Herz übrigens schon Zusammenziehungen vollführt, verharrt, so beginnen die Zellen ihrer Wände in die verschiedenen Fasergewebe und Häute sich umzuwandeln. Hierbei verdicken sich diese Gefässe zugleich, was anfänglich theils auf Rechnung einer selbständigen Vermehrung ihrer Zellen zu setzen ist, theils durch Anlagerungen neuer Zellen aus dem umliegenden Gewebe zu Wege gebracht wird, später aber in einer noch nicht genau bestimmten Zeit vorzüglich, ja selbst allein durch Längen- und Dickenzunahme der schon gebildeten Elemente geschieht.

Alle kleineren Gefässe des ersten embryonalen Kreislaufes bilden sich nach den neuesten Untersuchungen von *His* (Arch. f. Mikr. Anat. II. S. 514) und *Afanasieff* (Wien. Sitzungsber. Bd. LIII. S. 560) nicht aus soliden Zellensträngen hervor, wie *Remak* seiner Zeit behauptet hatte, sondern erscheinen als von Einer einzigen Zellenlage ausgekleidete Intercellulargänge, deren erste Entstehung übrigens auch noch nicht hinreichend ermittelt ist, und von solchen Canälen aus, die ich »primitive Gefässe« heissen will, wird dann die ganze weitere Gefässbildung besorgt. Die Art und Weise, wie diess geschieht, ist noch nicht hinreichend verfolgt, doch darf man aus dem Umstande, dass, wie wir in der neueren Zeit erfahren haben, auch die Capillaren eine aus selbständigen Zellen gebildete Wand haben, den Schluss ableiten, dass die Zellenröhren oder die primitiven Gefässe des ersten Kreislaufes als solche sich fortbilden und so nach und nach die Anlagen aller späteren Gefässe liefern.

Einigen Aufschluss über diese Verhältnisse gewähren die Erfahrungen über die Bildung der Capillaren von Embryonen und Larven, doch fallen die hierauf bezüglichen Untersuchungen alle in eine Zeit, in der man den eigentlichen Bau der Capillargefässe noch nicht kannte und dieselben als von einer structurlosen Wand mit Kernen gebildet ansah. Immerhin lassen sich auch aus diesen Beobachtungen gewisse Folgerungen ableiten, wenn man dazu nimmt, dass auch bei Embryonen, wie mir diess in neuester Zeit bei den Larven von Fröschen gelungen ist, die Zusammensetzung der Capillarwand aus getrennten platten Zellen durch Höllenstein sich nachweisen lässt (Fig. 426).

Bei Batrachierlarven zeigen sich nach meinen älteren (*Ann. d. sc. nat.* 1846) und neueren Erfahrungen die Verhältnisse folgendermaassen. *Arteria* und *Vena caudalis*, anfänglich die einzigen Gefässe des Schwanzes und am Ende desselben bogenförmig in einander übergehend, haben den Bau ächter Capillaren und lassen auch noch an älteren Larven die Zellen ihrer Wand durch Höllenstein leicht erkennen. Bei

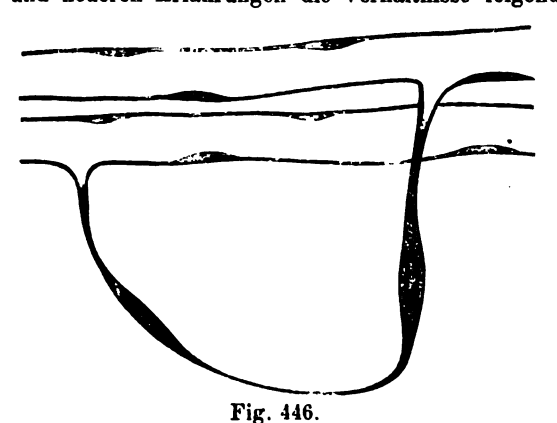


Fig. 446.

Fig. 446. *Arteria* und *Vena caudalis* einer jungen Froschlarve vom Baue von Capillaren und durch eine in Bildung begriffene Gefässschlinge, an der zwei Zellenkörper betheiligt sind, unter einander zusammenhängend. Vergr. 350.

der ersten Bildung der feineren Gefässverästelungen des Schwanzes nun entstehen zuerst einfache Gefässbögen, die theils von der Arterie zur Vene gehen, theils benachbarte Stellen eines jeden der beiden Gefässe unter einander verbinden, d. h. von einem Theile der Arterie (Vene) zu einem anderen gehen. Alle diese Bögen sind ursprünglich für das Blut nicht wegsam, und entstehen so, dass die schon bestehenden Gefässe an bestimmten Stellen scheinbar solide Sprossen treiben, welche dann theils unter einander sich verbinden, theils — und diess scheint um diese Zeit die Regel zu sein — je zu zweien mit spindelförmigen, in der Bindesubstanz der Schwanzsäume befindlichen Zellen zusammenfliessen (Fig. 446). Einmal gebildet, werden nun diese Anastomosen nach und nach von den schon für das Blut wegsamen Gefässen aus hohl, nehmen erst nur Blutplasma, bald auch Blutzellen auf, und dann sind die neuen Gefässe fertig. Im weiteren Verlaufe bilden sich nun von diesen ersten Gefässbögen und da und dort auch noch von der Arterie und Vene aus neue Sprossen, die wiederum theils unter sich, theils mit spindel- und sternförmigen Zellen der benachbarten Bindesubstanz zusammenfliessen und dann sich scheinbar aushöhlen, und so

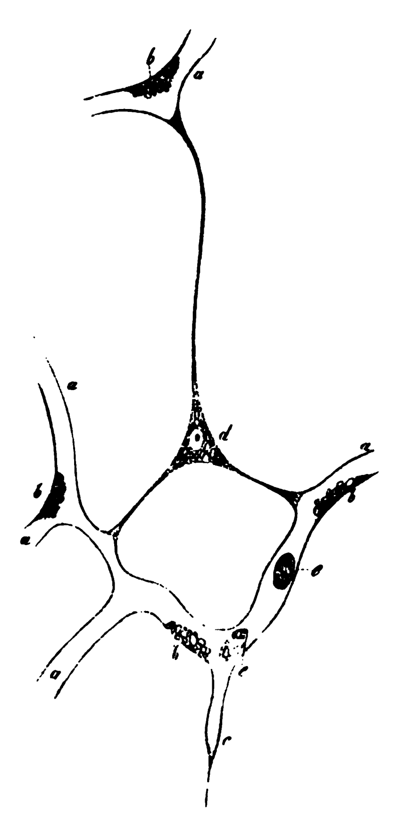


Fig. 447.

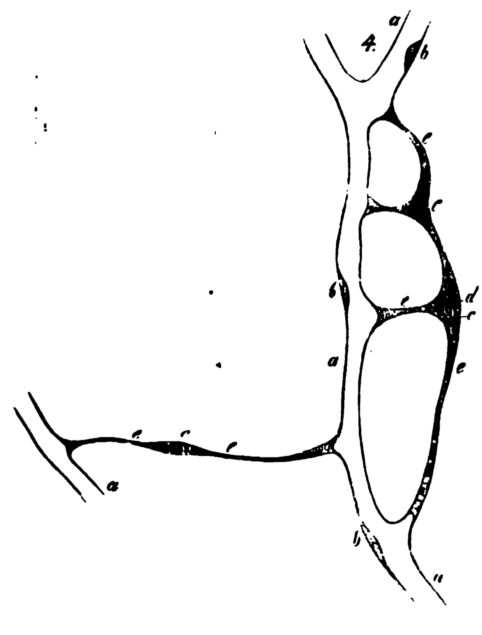


Fig. 448.

entsteht, indem dieser Vorgang immer neu sich wiederholt, endlich das ganze zierliche Gefässnetz der Schwanzsäume, in welcher Beziehung noch das zu bemerken ist,

Fig. 447. Capillaren aus dem Schwanze einer Froschlarve. *a.* Fertige Capillaren, *b.* Zellenkerne und Reste des Inhalts der ursprünglichen Bildungszellen, *c.* blinde Ausläufer eines Gefässes, *d.* sternförmige Bildungszelle, durch drei Ausläufer mit drei Fortsätzen schon wegsamer Capillaren verbunden, *e.* Blutkügelchen, noch mit einigen Körnern als Inhalt. 350 mal vergr.

Fig. 448. Capillaren aus dem Schwanze einer älteren Froschlarve, 350 mal vergr. *a.* Fertige Capillargefässe, *b.* Kerne derselben, *c.* kleine Bildungszellen durch solide Ausläufer *e.* mit den Capillaren verbunden, *d.* Kern einer solchen Zelle.

einmal, dass später die Zellenkörper der ursprünglichen Bildungzellen nicht mehr als breitere Stellen, sondern nur an der Stellung der Kerne zu erkennen sind, und zweitens, dass nicht selten auch zwischen schon lange wegsamen Capillaren neue Verbindungen entstehen, die dann, meist ohne Vermittelung selbständiger Zellen, einfach durch das Verschmelzen zweier Gefässausläufer sich machen.

Diese Bildungsweise der Capillaren, die von *Schwann* zuerst aufgestellt und dann von mir genauer durch Beobachtungen begründet wurde und die auch an Embryonen der Säuger in durchsichtigen Theilen leicht sich nachweisen lässt, wurde von *Schwann* und *mir* und vielen spätern in der Weise gedeutet, dass man annahm, die Capillaren seien Intracellulargänge, d. h. durch Verschmelzung von Zellenhöhlungen entstandene Räume, und bildeten sich auch als solche weiter. Da nun aber, wie ich es gefunden, auch die Capillaren im Schwanze der Froschlarven Intercellulargänge sind und ihre Wandungen aus nicht verschmolzenen Zellen bestehen, ist diese Auffassung nicht mehr möglich und können die Gefässe, wie sie von Hause aus Intercellulargänge sind, auch nur als solche sich weiter bilden. Die Art und Weise, wie diess geschieht, ist jedoch erst noch zu ermitteln, und können nur glückliche Versuche mit Höllenstein hierüber Aufschluss geben, da die Grenzen der Bildungszellen dieser Gefässe in keiner andern Weise zu erkennen sind. Meine in dieser Richtung bis jetzt angestellten Versuche bei Froschlarven sind gänzlich negativ ausgefallen, in-

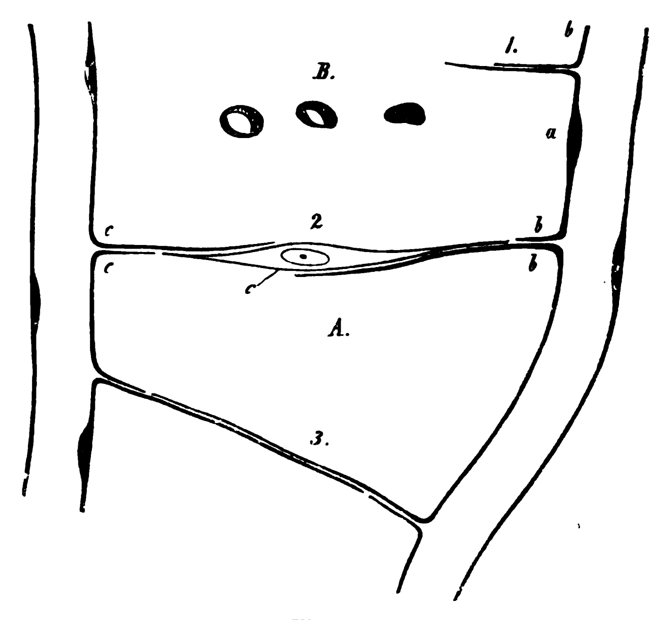


Fig. 449.

dem ich wohl an gebildeten Capillaren die Zellengrenzen darzustellen vermochte, nie an eben sich entwickelnden. Auch glaube ich nicht, dass es leicht sein wird, an

Fig. 449. Schema zur Darstellung der Bildung der Capillaren. *A.* Zwei gebildete Capillaren mit einer Sprosse 1, einer Querbrücke 2, an der eine Zelle betheiligt ist, und einer durch Vereinigung zweier Sprossen entstandenen Anastomose 3. *B.* Vergrösserte Querschnitte einer Sprosse, wie sie bei 1 dargestellt ist, zur Darstellung ihrer Umwandlung in ein Gefäss. An allen Sprossen sind der Deutlichkeit wegen Lücken zwischen den einzelnen Theilen gelassen, welche erst dann auftreten, wenn dieselben wegsam werden.

diesen Larven zu einer Entscheidung zu gelangen, dagegen hoffe ich alles von der Prüfung der Capillaren junger Säugethier- und Hühnerembryonen, besonders derer der *Allantois* mit Silber, welche zur Zeit, als ich diese Untersuchungen anstellte, mir nicht mehr zur Verfügung standen.

Die Lücke in den Beobachtungen erlaube ich mir durch eine Hypothese auszufüllen, die wenigstens zeigt, dass es möglich ist, die unzweifelhaften, oben geschilderten Thatsachen mit unseren neuen Anschauungen über den Bau der Capillaren zu vereinen, und verweise ich zur Verdeutlichung auf vorstehendes Schema. In *A* ist bei 1. eine einfache Sprosse eines Capillargefässes dargestellt, die aus den ungleich langen Enden zweier Zellen der Gefässwand (*a* u. *b*) besteht (oder auch als aus den an einandergrenzenden Rändern zweier Zellen hervorgewuchert angesehen werden kann), von denen nur bei einer (*a*) der Kern dargestellt ist. Bei 2 sind zwei solche Sprossen (*bb*, *cc*) mit einer mittleren Zelle in Verbindung und stellen eine in Bildung begriffene Anastomose dar. Bei 3 endlich ist eine solche Anastomose ohne Vermittlung einer Zelle dargestellt. Nimmt man nun an, dass die Ausläufer je zweier Zellen der Capillarwand erst dicht beisammen liegen, so muss der Anschein einer soliden Sprosse entstehen, wie man sie immer im ersten Stadium sieht. Nun denke man sich diese Ausläufer zu platten, gerollten Bändern heranwachsend und theilweise von einander sich trennend, wie diess in *B* stark vergrössert im Querschnitte dargestellt ist, und nehme man ferner dazu, dass dieser Vorgang in der Nähe der schon wegsamen Capillaren beginne, so wird man auch das allmähliche Hohlwerden der Sprossen und ihre Verbindung mit den schon blutführenden Capillaren begreifen können. Liegt eine Zelle zwischen je zwei Sprossen, so hätte man einfach anzunehmen, dass dieselbe ganz und gar sich abplattet und einrollt, und hierbei zu den beiderseitigen mit ihr zusammenstossenden Sprossen in dasselbe Verhältniss tritt, welches die zwei Theile jeder Sprosse zu einander zeigen. — So gelingt es, wie man sieht, nicht gar schwer, durch eine brauchbare Hypothese die älteren Erfahrungen mit den neuen Beobachtungen in Einklang zu bringen, doch wird natürlich erst der unmittelbare Nachweis der an sich entwickelnden Capillaren statthabenden Vorgänge die erforderliche Sicherheit geben können.

Noch bemerke ich, dass die Bildungszellen der Capillaren natürlich als Protoblasten und als sehr energisch wachsende Gebilde zu denken sind, die wahrscheinlich auch vom Wachsthum unabhängige Bewegungserscheinungen zeigen, welche möglicherweise bei der Weiterbildung der Gefässe auch eine Rolle spielen.

Wir haben oben gesehen, dass die Gefässe des ersten Kreislaufes mit Ausnahme der grösseren Arterien und Venen alle einfache Zellenröhren sind. Von diesen Zellenröhren oder »primitiven Gefässen« aus bilden sich nun nicht bloss die spätern Capillaren, sondern auch alle grösseren Gefässe mit Ausnahme vielleicht einiger weniger in der Nähe des Herzens befindlicher Stämme. In der That findet man auch bei Embryonen in allen Organen und peripherischen Theilen weder Arterien, noch Venen, sondern nur Gefässe vom Baue der Capillaren, was ich bei Froschlarven durch Silber auch in inneren Theilen nachgewiesen habe. Die Art und Weise, wie die Capillaren in die grösseren Gefässe sich umwandeln ist die, dass von aussen aus der umliegenden Bindesubstanz Zellen an sie sich anlegen (Fig. 450), welche, je nach der Stärke der späteren Gefässe, einfache oder mehrfache Lagen bilden. Im 5. Fötalmonate sind beim Menschen alle grösseren und mittelstarken Gefässe in ihren Häuten und Geweben angelegt und ist es unmöglich, von Bildungszellen noch etwas zu sehen, dagegen erscheinen die Gewebe bei weitem noch nicht fertig, vielmehr die Muskelfasern kurz und zart und an der Stelle der starken elastischen Fasernetze nur feinere und feinste Fäserchen. Nur die innere Längsfaserhaut (die *Elastica* der *Intima*) ist jetzt schon in vielen Gefässen dicht unter dem Epithel darstellbar, doch fehlt dieselbe in allen feineren Gefässen, und besteht die *Intima* nur aus verlängerten Zellen oder dem sogenannten Epithel. Da die *Elastica* der *Intima* niemals Zellen oder Zellenreste zeigt,



Fig. 450.

Fig. 451.

so scheint mir nichts anderes möglich als anzunehmen, dass dieselbe als eine Ausscheidung des Zellenrohres der primitiven Gefässe sich bildet und mithin eine Art *Cuticula* oder *Membrana propria* darstellt.

Die Muskelfasern des Herzens entstehen sowohl beim Frosche als bei Säugern aus embryonalen Bildungszellen, welche Behauptung ich auch *Eckhardt*'s neuesten Angaben gegenüber festhalten muss, und zeigen beim Menschen schon sehr früh quergestreiften Inhalt und auch unregelmässige, zum Theil sternförmige Formen (Fig. 451). Die Bildung dieser Muskelzellen scheint in der Mitte des Embryonallebens abzuschliessen und das gesammte spätere Wachsthum der Herzmusculatur nur auf Kosten der Vergrösserung der vorhandenen Elemente zu geschehen.

Die Capillaren des Lymphgefässsystems, die im Schwanze von Batrachierlarven leicht zu verfolgen sind (Fig. 428), nehmen im wesentlichen genau dieselbe Entwickelung, wie die des Blutgefässsystems (Fig. 447), nur dass hier Verbindungen der Gefässe selten sind, und die Bildungsgeschichte mehr auf die Aneinanderreihung spindelförmiger oder mit drei Haupt-Ausläufern versehener Zellen sich beschränkt. Ueber die grössern Stämme dieser Gefässe fehlen Beobachtungen, doch ist nicht zu zweifeln, dass auch sie ganz den Blutgefässen folgen. Von den Lymphdrüsen hat *Engel* gehandelt (l. c.) und angegeben, dass dieselben aus Sprossen treibenden und vielfach sich windenden Lymphgefässen hervorgehen, eine Angabe, die neulich von *Sertoli* geprüft worden ist, wobei sich ergeben hat, dass allerdings als erste Spur der Lymphdrüsen anastomosirende und gewundene von einer einfachen Zellenhaut (Epithel) gebildete Lymphgefässe auftreten. Um diese lagert sich dann aber nach und nach eine mächtige Lage einfacher Bindesubstanz, aus welcher dann theils die Drüsensubstanz der Organe, theils die Balken, die Hülle und das Bindegewebe des *Hilus* sich hervorbildet, wie diess *Sertoli* ganz schön verfolgt hat. Leider findet sich bei ihm keine Angabe über die Entwickelung des Lymphsinus im Innern, ich vermuthe jedoch, dass dieselben als Sprossen der von *Sertoli* beobachteten Lymphgefässe entstehen und scheint mir in dessen Figur 4 unten rechts eine solche dargestellt zu sein.

Fig. 450. Ein in der Umwandlung in ein grösseres Gefäss begriffenes Capillargefäss aus der *Allantois* eines 6‴ langen Schafembryo, 350 mal vergr. *a.* Membran, *b.* Kerne der Capillaren, *c.* aussen ansitzende Bildungszellen, *d.* freie solche Zellen.

Fig. 451. Muskelzellen aus den Herzkammern eines neun Wochen alten menschlichen Embryo. 350 mal vergr.

Die **Entwickelung der Blutkörperchen** ist beim Embryo in ihren Hauptstufen ziemlich genau gekannt. Die ersten Blutkörperchen sind bei Säugethieren und Wirbelthieren überhaupt kernhaltige, farblose Zellen mit körnigem Inhalte, die mit den Bildungszellen aller Theile junger Embryonen vollkommen übereinstimmen. Aus diesen farblosen Zellen, deren erste Herkunft noch nicht genügend ermittelt ist, indem die neuesten Erfahrungen von *His* und *Afanasieff* (ll. s. cc.) mit denen der Aelteren im Widerspruch sind, entstehen die ersten farbigen Blutkörperchen, indem dieselben ihre Körner verlieren, und, den Kern ausgenommen, sich färben. Diese farbigen, kernhaltigen ersten Blutzellen, die kugelrund, dunkler gefärbt als Blutkörperchen der Erwachsenen und grösser (bei einem Schafembryo von 7,87 mm, die meisten 11—14,6 μ, die Minderzahl von 5,6—7,8 μ; bei einem menschlichen Embryo von 9 mm nach *Paget* 9—15,7 μ) sind, sonst jedoch in allen Beziehungen wie diese sich verhalten, machen neben ihren farblosen Bildungszellen anfangs die einzigen Elemente des Blutes aus. Bald aber beginnen viele derselben von sich aus durch **Theilung** sich zu vermehren, indem sie bis zu 20 μ langen, 9—13 μ breiten, elliptischen, zum Theil selbst abgeplatteten und dann den Amphibienblutkörperchen täuschend ähnlichen Zellen heranwachsen, zwei, selten drei oder vier rundliche Kerne erzeugen und dann durch eine oder mehrere ringförmige Einschnürungen in zwei, drei oder vier neue Zellen zerfallen. So wie die Leber hervorsprosst, hört diese Vermehrung der Blutzellen in der gesammten Blutmasse und bald auch (bei Schafembryonen von 2,47 Cm) jede Spur einer Entwickelung derselben aus den ursprünglichen farblosen Bildungszellen auf, dagegen tritt, wie schon *Reichert* vermuthet und **ich** unmittelbar nachgewiesen habe, eine sehr lebhafte Blutzellenbildung in der **Leber** auf, deren Grund darin gefunden werden kann, dass nun alles Blut der Nabelvene, welche dem Embryo neue bildungsfähige Stoffe zuführt, statt wie früher in den allgemeinen Kreislauf, zuerst in die Leber strömt. Bei dieser Zellenbildung in den Lebergefässen tritt die Vermehrung der rothen Blutkörperchen von sich aus immer mehr in den Hintergrund; statt derselben erscheinen dann im Blute dieses Organes farblose kernhaltige Zellen von 3,3—13,5 μ oder von 6,7—9 μ mittlerer Grösse, die dann grösstentheils schon in der Leber, entweder unmittelbar oder nachdem sie in ähnlicher Weise, wie früher die farbigen Körperchen, sich vermehrt haben, durch Bildung von Farbstoff im Zelleninhalte zu farbigen kernhaltigen Blutzellen sich gestalten. Woher diese Zellen stammen, die die **ersten eigentlichen farblosen Blutzellen** sind, ist noch nicht nachgewiesen, doch vermuthe ich, dass dieselben grösstentheils von der **Milz** herkommen, da es wenigstens für die zweite Hälfte des Embryonallebens sicher ist, dass das Milzblut viele farblose Zellen in die Leber führt, und ich auch in der Milz **von alten Embryonen** und **von einjährigen Geschöpfen die Bildung von rothen kernhaltigen Zellen** beobachtet habe. Ausserdem ist auch noch eine andere Möglichkeit gegeben, nämlich die, dass, wenigstens in den ersten Zeiten der Entwickelung der Leber, ein Theil dieser Zellen auch mit der Gefässbildung in diesem Organe selbst zusammenhängt und den allerersten farblosen Bildungszellen der Blutkörperchen gleichwerthig ist. Diese Neubildung von Blutkörperchen in der Leber und Milz, mit welcher die bedeutende Grösse und der Blutreichthum des ersten Organes im vollsten Einklange steht, dauert

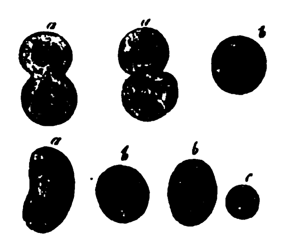


Fig. 452.

Fig. 452. Blutkörperchen eines Schafembryo von 7,87 mm. *a.* Zwei- und dreikernige grosse gefärbte Blutzellen in verschiedenen Stufen der Theilung, *b.* grössere runde gefärbte Blutzellen, eine mit sich theilendem Kerne, *c.* eine kleinere solche, 300mal vergr.

nun wahrscheinlich das ganze Embryonalleben hindurch, wenigstens fand ich dieselbe auch bei ganz alten Embryonen von Säugethieren und auch bei Neugebornen, doch nimmt dieselbe, vielleicht im Zusammenhange mit dem Entstehen der ersten Lymphkörperchen in den Lymphgefässen und Lymphdrüsen, später immer mehr ab.

Die weitere Entwickelung der in dieser oder jener Weise entstandenen kernhaltigen kugelrunden Blutzellen der Embryonen ist die, dass dieselben nach und nach entweder sofort oder nachdem sie in oben angegebener Weise sich vermehrt, immer mehr sich abplatten und selbst leichte Vertiefungen bekommen, während ihre Kerne deutlich sich verkleinern und bei Essigsäurezusatz eine grosse Neigung zum Zerfallen zeigen. Schliesslich schwinden dieselben ganz und werden die Blutzellen kernlos, wie die der Erwachsenen, und auch bald in der Form, die anfangs allerdings noch etwas unregelmässig ist, denselben gleich. Bezüglich auf die Zeit des Auftretens dieser kernlosen gefärbten Zellen, so ist zu bemerken, dass ich bei einem Schafembryo von 7,87 mm und *Paget* bei einem menschlichen von 9 mm aus der vierten Woche, dieselben gänzlich vermissten: bei Schafembryonen von 2,0 Cm waren dieselben noch ungemein spärlich, wogegen sie schon bei solchen von 2,9 Cm weitaus die Mehrzahl der Blutzellen, bei einem dreimonatlichen menschlichen Embryo im Leberblute 1/4, im übrigen Blute etwa 1/6—1/8 der farbigen Körperchen ausmachten. Bei noch ältern Embryonen sind dieselben bei weitem vorwiegend, so dass bei Schafembryonen von 13,5—35 Cm Länge die kernhaltigen gefärbten Zellen im Leberblute nur 1/4 oder 2/3 der Blutzellen ausmachen, und im übrigen Blute bei den grössern Embryonen nicht häufiger als im Blute der Erwachsenen die Lymphkügelchen sich finden. Zu welcher Zeit beim menschlichen Embryo die kernhaltigen gefärbten Zellen spärlicher werden und schwinden, ist noch nicht ermittelt, doch sah sie *Paget* in einem Falle bei einem fünfmonatlichen Embryo noch in ziemlicher Zahl. — Das Blut grösserer Säugethierembryonen enthält nicht nur in der Leber, sondern auch sonst ausser den farbigen Blutkörperchen, auch farblose Zellen in grosser Zahl, oft ebensoviel, wie farbige, welche Zellen wohl unzweifelhaft vorzugsweise aus der Milz und Leber stammen, in welcher letztern noch bei 35 Cm langen Schafembryonen die farblosen und wenig gefärbten kernhaltigen Blutzellen wohl 1/3 der gesammten Blutkörperchen ausmachen, ausserdem in den spätern Zeiten des Embryonallebens auch von der Lymphe herrühren. Ob auch diese Zellen in farbige sich umwandeln, ist durchaus unentschieden, und nur das ausgemacht, dass die im Leber- und Milzblute so zahlreichen Uebergangsstufen beider im übrigen Blute durchaus vermisst werden.

Die Entstehung der Blutzellen nach der Geburt und bei Erwachsenen ist, trotz der vielen auf diesen Punct gerichteten Bemühungen, immer noch einer der dunkelsten Theile der Lehre von den Blutzellen, doch ist meiner Ueberzeugung nach die Annahme, welche die rothen Blutzellen aus den kleinern Chyluskörperchen (und den farblosen Zellen des Milzvenenblutes) hervorgehen lässt, indem dieselben ihre Kerne verlieren, sich abplatten und Hämatin in sich erzeugen, diejenige, welche am meisten Zutrauen verdient. Diese Zellen sind ungefähr von derselben Grösse, wie die Blutzellen, ja selbst etwas kleiner, verhalten sich in ihrer Hülle wie dieselben, sind leicht abgeplattet und nicht selten schwach gelblich gefärbt, und können mithin ohne bedeutendere Veränderungen, als wir sie bei den farblosen Blutzellen der Embryonen sehen, in farbige Zellen übergehen. Wo und wie diess geschieht, hat noch Niemand gesehen, und habe ich trotz aller Mühe und Sorgfalt, die ich diesem Gegenstande zuwandte, doch niemals beim Erwachsenen eine kernhaltige gefärbte Blutzelle gesehen. Das einzige, was mir in dieser Beziehung aufstiess, war das, dass in den Lungenvenen, hie und da auch in anderem Blute, die kleineren Lymphkörperchen in manchen Fällen wirklich ziemlich deutlich gefärbt waren, viel mehr als im *Ductus thoracicus*, so dass sie, ausser durch ihr schwach körniges Ansehn, oft kaum von den auf der Fläche liegenden wirklichen Blutzellen zu unterscheiden waren, ferner, dass dieselben etwas kleinere Kerne

besassen als sonst; doch genügt auch diess noch nicht, um die Sache zu entscheiden. Dagegen lassen sich als sehr wichtige Unterstützungsgründe noch die herbeiziehen, 1) dass bei allen niedern Wirbelthieren, sehr deutlich z. B. bei Amphibien, auch bei erwachsenen Thieren die Entstehung der kernhaltigen Blutzellen aus den Lymphkörperchen zu beobachten ist, 2) dass auch bei menschlichen Embryonen die Bildung der gefärbten Blutzellen aus farblosen, den Lymphkörperchen sehr ähnlichen Zellen von mir aufs Bestimmteste nachgewiesen worden ist, und 3) dass wie ich gezeigt habe (Würzb. Verhandl. Bd. VII. S. 187) im Leberblute und in der Milz von jungen noch saugenden Katzen, Hunden und Mäusen eine Bildung rother Blutzellen aus farblosen Elementen und auch kernhaltige rothe Blutzellen gesehen wurden. Durch diese Erfahrung ist zum ersten Male in der nachembryonalen Zeit die Bildung der rothen Blutzellen nachgewiesen worden. Nimmt man hierzu, dass von einer selbständigen oder anderweitigen Entstehung der Blutzellen nicht das Mindeste bekannt ist, so wird man es wohl für gerechtfertigt halten, wenn ich für die Entstehung der Blutzellen aus den Lymphkörperchen (und den farblosen Zellen des Milzvenenblutes) mich ausspreche, und, um zu erklären, warum der Uebergang selbst noch nicht beobachtet werden konnte, die Vermuthung äussere, dass derselbe zu schnell vor sich geht, um unsern Beobachtungsmitteln irgendwie zugängig zu sein.

Wenn ich auch im vorigen für die Bildung der rothen Blutzellen aus den farblosen Elementen der Lymphe, des Chylus und des Venenblutes mich ausgesprochen, so wollte ich damit noch keineswegs behaupten, dass alle Elemente dieser Säfte zu allen Zeiten des nachembryonalen Lebens zu Blutzellen werden. Die mikroskopische Untersuchung des Blutes ergibt vielmehr, dass in demselben ohne Ausnahme eine gewisse Zahl grösserer blasser Zellen mit mehreren Kernen oder einem durch Essigsäure zerfallenden Kerne vorhanden ist, von denen es, obschon sie sicherlich aus dem Chylus (und der Milz) stammen oder umgewandelte Elemente desselben sind, doch nicht wohl möglich ist anzunehmen, dass sie jemals zu Blutzellen werden (*Virchow*, ich). Diess festgesetzt, erhebt sich die Frage, ob nicht vielleicht der Wechsel der Blutzellen, ihre Bildung und ihr Vergehen viel langsamer erfolgt, als man gewöhnlich annimmt, und dieselben dauerhaftere Elementartheile sind, als man vermuthet. Ich vermag in dieser Beziehung keine bestimmte Aufklärung zu geben und will nur das bemerken, dass auf jeden Fall, so lange der Körper noch wächst und die Blutmenge zunimmt, eine lebhafte Bildung von Blutzellen angenommen werden muss, wogegen es durchaus unausgemacht ist, ob in dieser Lebensperiode Blutzellen sich auflösen, wesshalb auch nicht angegeben werden kann, wie viele von den farblosen Elementen des Blutes die Umwandlung in Blutkörperchen durchmachen. Beim Erwachsenen möchte nur so viel ganz sicher sein, dass, wenn derselbe aus dieser oder jener Ursache an Blut ärmer wird, dasselbe innerhalb einer gewissen Zeit sammt seinen rothen Blutzellen sich wieder ersetzen kann, ganz unausgemacht ist es dagegen, ob unter gewöhnlichen Verhältnissen eine irgend wie lebhaftere Auflösung und Wiederbildung von Blutzellen statt hat. Da eine Bildung von solchen nicht mit Bestimmtheit zu beobachten ist, so bleiben, um die Sache zur Entscheidung zu bringen, nichts als die Erfahrungen über eine Auflösung von Blutzellen, diese sind nun aber durchaus nicht der Art, dass ein regelrechter, in kurzen Zeiträumen eintretender Wechsel der Blutelemente aus ihnen sich beweisen lässt; denn wenn schon in der Milz vieler Thiere eine ungeheure Menge sich zersetzender Blutzellen gefunden wird, so ist doch die häufige, regelmässige Wiederkehr einer Auflösung derselben in diesem Organe noch nicht dargethan. Alles zusammengenommen glaube ich sonach, dass die Frage, wann und in welchem Maasse beim Erwachsenen Blutzellen vergehen und neu sich bilden, nach den vorliegenden Thatsachen unmöglich bestimmt entschieden werden kann, doch neige ich mich zur Ansicht hin, dass die Elemente des Blutes durchaus nicht so vergängliche Gebilde sind, wie man gewöhnlich glaubt.

In Betreff der Entwickelung der rothen Blutzellen hat die letzte Zeit noch einiges Erwähnenswerthe gebracht. Einmal sind in Fällen von Leukämie bei einem Kinde von 1¼ Jahr durch *Klebs* und bei zwei Erwachsenen durch *A. Böttcher* und *v. Recklinghausen* rothe Blutzellen mit Kernen aufgefunden worden. Nach den Schilderungen von *Klebs* und den Erfahrungen von *v. Recklinghausen*, die ich bei ihm zu bestätigen Gelegenheit hatte, finden sich in solchem Blute wesentlich dieselben Formen, die für das embryonale Blut bezeichnend sind, und ist somit wenigstens für diese pathologischen Fälle meine oben ausgesprochene Vermuthung erhärtet. — Zweitens glaubt *Erb*, die Regeneration der Blutzellen bei erwachsenen Geschöpfen nachgewiesen zu haben, indem er das Blut von Thieren nach grösseren und kleineren Blutentziehungen untersuchte, und beim Menschen dasselbe unter Verhältnissen (z. B. nach Blutverlusten) prüfte, die eine Steigerung der Blutbildung hervorrufen mussten. *Erb* glaubt farbige Blutkörperchen mit körnigem Inhalte, die er in solchen Fällen in verschiedener Menge fand, als Entwickelungsstadien der ächten Blutzellen ansehen zu dürfen; ich vermisse jedoch wie *Klebs* in den Angaben dieses Forschers vollgültige Beweise für seine Aufstellung, denn es findet sich nirgends angegeben, dass er den Uebergang einer kernhaltigen, farblosen Zelle in eine kernhaltige, farbige beobachtet habe. Ich für mich muss nämlich immer noch den Satz festhalten, dass der Nachweis solcher Uebergänge oder von kernhaltigen, rothen Zellen allein eine auch noch bei Erwachsenen vorkommende Bildung rother Blutzellen zu beweisen im Stande sei, und begreife ich den Ausspruch von *Erb* nicht, dass eine farblose Blutzelle ohne Kern diess ebenso gut oder noch besser darthue. Denn eine solche Zelle kann ja ebenso gut im Vergehen als in der Umwandlung in eine rothe begriffen sein, und nichts zeigt uns an, ob das eine oder das andere geschieht. — Die körnigen, rothen Blutzellen von *Erb* sind übrigens schon im Jahre 1857 aus dem Blute saugender Mäuse von mir beschrieben worden (Würzb. Verh. Bd. VII. S. 191), und füge ich meine wohl wenig bekannt gewordenen Angaben hier bei: »Die rothen Blutzellen von saugenden Mäusen — werden durch Wasser und Essigsäure zu einem Drittheil bis zur Hälfte, statt einfach entfärbt, granulirt, d. h. sie zeigen im Innern eine gewisse Anzahl von dunklen, fettartigen Körnchen, so dass ich sie in diesem Zustande mit nichts anderem vergleichen kann, als mit etwas blasseren, durch Wasser granulirt gewordenen Kernen. Ich weiss vorläufig nicht, ob ich dieses Verhalten vieler rother Zellen, das ich bei allen Thieren nur in schwachen Andeutungen wahrgenommen habe, mit der Entwickelung derselben oder mit der fettreichen Nahrung junger Thiere zusammenbringen soll, und empfehle ich dieselben zur weiteren Berücksichtigung.« — In ähnlicher Weise möchte ich mich auch für einmal in Betreff der Beobachtungen von *Erb* aussprechen, der übrigens selbst auch die Frage ins Auge gefasst hat, ob die körnigen, rothen Zellen nicht pathologische Bildungen seien. — Noch bemerke ich, dass auch *Tigri* innerhalb rother Blutzellen Körner wahrgenommen hat, die er für Fett erklärt (*Compt. rend.* 1864. p. 693).

Endlich will ich noch der sehr merkwürdigen und wichtigen Erfahrungen von *v. Recklinghausen* kurz gedenken, denen zufolge im Froschblute auch noch ausserhalb des Organismus in 11—21 Tagen eine Neubildung rother Blutzellen aus farblosen Zellen statt hat, wenn das Blut in geglühten Porzellanschälchen aufgefangen und einem grossen Glasgefäss mit feucht gehaltener, täglich erneuerter Luft aufbewahrt wird. Für weiteres verweise ich auf die Mittheilung des Verfassers, und erlaube ich mir nur beizufügen, dass ich bei *v. R.* Gelegenheit hatte, mich von der Richtigkeit des von ihm Angegebenen zu überzeugen.

Die Untersuchung des Herzens ist, was die Muskelfasern selbst betrifft, leicht, und wird man die Verbindungen derselben an jedem sorgfältig zerzupften Stückchen nicht unschwer auffinden und besonders nach Anwendung von *Kali causticum* von 35 Proc. schön sehen. Dagegen stellen sich der Verfolgung des Faserverlaufes in diesem Organe grosse Schwierigkeiten dar. Am besten eignen sich hierzu in schlechtem Spiritus erweichte Herzen; dann wird von Alters her das Kochen frischer oder vorher mehrere Wochen eingesalzter Herzen in Wasser empfohlen, ein Verfahren, an dessen Stelle *Purkyně* und *Palicki* das Kochen in einer Lösung von Kochsalz oder noch besser Kalkschwefelleber empfehlen, wogegen *Ludwig* nach Entfernung des Pericards das Herz in Wasser legt und jedesmal nach Entfernung einer Lage von Muskelsubstanz unter Anwendung eines gelinden Drückens dieses Einwässern wiederholt. Für die Blutgefässe genügt die früher allein geübte Zerlegung derselben in Blätter mit Messer und Pincette nicht, vielmehr muss noth-

wendig noch die Untersuchung von Quer- und Längsschnitten der gesammten Gefässwand dazu kommen. Am besten trocknet man ausgebreitete Gefässstücke auf Papier, wobei man auch von sehr dünnen Gefässen noch Schnitte machen kann, weicht dieselben in Wasser wieder auf und behandelt sie, wenn man die Musculatur untersuchen will, mit Essigsäure oder Salpetersäure von 20 Proc. (*Weyrich*), sonst mit *Natron causticum dilut.*, durch welche Mittel auch das elastische Gewebe sehr schön hervortritt. Zur schnellen Darstellung des Epithels, der elastischen Innenhaut, der Muskelhaut, haben sich mir die grösseren Gefässe an der Hirnbasis am geeignetsten erwiesen und ist auch hier die Anwendung von gesättigten Lösungen von Kali und Natron sehr zu empfehlen, welche namentlich die Muskelfasern leicht kenntlich machen; die elastischen Hüllen der *Media* isolirt man leicht nach Erweichung in starker Essigsäure. Zur Untersuchung der Capillaren sind das Hirn, die *Retina*, die Froschlarven und Embryonen vor allem zu empfehlen, und wendet man zur Darstellung ihrer Zellen am besten Einspritzungen von gleichen Theilen Leim und Höllenstein von $^1/_4 - ^1/_2 \%$ an. Für die Entwicklung der Gefässe eignen sich der Fruchthof des Hühnerembryo, die Larven der nackten Amphibien, die *Allantois* von Embryonen, die gefässreiche Linsenkapsel am besten. Das Blut untersuche man wo möglich im *Serum* selbst, dann mit den verschiedenen geschilderten Mitteln, und berücksichtige man stets die ungemeine Geneigtheit seiner Elemente zu Veränderungen. Lymphdrüsen untersucht man am besten nach vorgängiger Erhärtung in Alkohol an Schnitten, die man nach dem Verfahren von *His* auspinselt, doch ist hier die Einspritzung der Blut- und Lymphgefässe unumgänglich nöthig. Erstere gelingt sehr leicht mit Chromblei, Berlinerblau und Carmin. Letztere will schon mehr geübt sein. Man wählt entweder die *Vasa inferentia*, von welchen aus auch benachbarte Drüsen in günstigen Fällen sich füllen, oder nach *Frey* die *Vasa efferentia*, was schon schwieriger geht, da in diesem Falle die Klappen zu überwinden sind, oder man spritzt durch einen Einstich in das Mark diese Gefässe ein (*ich*), was ziemlich leicht gelingt. Am tauglichsten sind die Drüsen des Ochsen, des Hundes, der Katze und des Kaninchens. Für die Lymphgefässe empfehle ich vor allem die im Schwanze der Batrachierlarven, ausserdem sind für die Lymphgefässanfänge Einspritzungen nach dem Verfahren von *Hyrtl* und *Teichmann*, oder durch Einstich (*Ludwig*, *Frey*, *His*) zu empfehlen, und ist auch hier neben andern Massen der Höllenstein mit Leim unentbehrlich.

Literatur. 1. Herz: *C. Ludwig*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. VII. S. 189, und in *Müll.* Arch. 1848. S. 139; *Luschka*, in *Virch.* Arch. Bd. IV. S. 171; *Remak*, in *Müll.* Arch. 1844. S. 463, und 1850. S. 76; *Bidder*, in *Müll.* Arch. 1852. S. 163; *Donders*, in *Nederl. Lanc.* 3. Ser. 1. Jaarg. 1852. p. 556, und *Physiol.* I. p. 14—25; *Th. v. Hessling*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. V. S. 189—354. Taf. X. Fig. 1—9; *Reichert*, in Jahresber. f. 1854. S. 53; *Luschka*, im Arch. f. phys. Heilk. 1856. S. 536, und *Virch.* Arch. Bd. XI. S. 568 (Herzklappen); *S. Joseph*, *De anatomia cordis.* Vratisl. 1857. *Diss.*, und im Arch. f. path. Anat. Bd. XIV. S. 263; *Luschka*, in *Müll.* Arch. 1860. S. 620; *J. Pettigrew*, in *Edinb. med. and surg. Journ.* 1860. S. 562, in *Philos. Trans.* Vol. CLIV. p. 445; *Oehl*, in *Mem. d. Acad. d. Science di Torino.* XX. 1861; *F. N. Winkler*, in Arch. f. Anat. 1865. S. 261; 1867. S. 221; *C. J. Eberth*, in *Virch.* Arch. Bd. XXXVII. S. 100; *Eberth* und *Belajeff*, ebendas. S. 124; *Obermeier*, in Arch. f. Anat. 1867. S. 245.

2. Blutgefässe. *F. Räuschel*, *De arteriar. et venar. struct.* Vratisl. 1836. *Diss.*; *Kölliker*, in Mitth. d. Zürch. naturf. Ges. 1847; in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. I; in *Annal. des sc. nat.* 1846; *C. Donders* und *H. Jansen*, in Arch. f. phys. Heilk. Bd. VII. S. 361, auch in *Nederl. Lanc.* I. p. 473; *R. Remak*, in *Müll.* Arch. 1850; *J. M. Schrant*, in *Tijdschr. d. Maatsch. tot bevord. d. geneesk.* 1850. p. 2; *M. Schultze*, *De arteriarum structura.* Gryph. 1850; *Q. Aubert*, *De prima Syst. vas. genesi.* Vratisl. 1855. *Diss.*; *J. Meyer*, in *Annal. de Charité.* IV. p. 41; *H. Welcker*, in Würzb. Verh. Bd. VI. S. 274; *Billroth*, Untersuch. über die Entwickelung der Blutgefässe. Berlin 1856; *Remak*, in Deutsche Klinik. 1856. Nr. 3; *W. Krause*, *De vasis sanguif. in cavo cranii.* Kiov. 1855. *Diss.*; *Reichert*, in Studien d. phys. Instit. zu Breslau. Leipzig 1858; *Ch. Robin*, in *Journ. de la Phys.* II. p. 536; *J. Billeter*, Beitr. zur Lehre v. d. Entsteh. d. Gefässe. Zürich 1860. *Diss.*; *His*, in *Virch.* Arch. Bd. XXVIII. S. 427 (Nerven); *Beale*, *New observ. upon the struct. and funct. of c. nervous centres.* London 1864.

(Nerven); *J. C. Lehmann*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XIV. S. 347; *Gimbert*, in *Journ. de l'Anat.* 1865. Nr. 5 u. 6; *T. Langhans*, in *Virch.* Arch. XXXVI. S. 187; *Auerbach*, in Med. Centralz. 1865. Nr. 10; *Eberth*, in Würzb. Sitzungsber. Febr. 1865; in Würzb. naturw. Zeitschr. Bd. VI. S. 27 u. 84; *Aeby*, in Med. Centralz. 1865. Nr. 14; *S. Stricker*, in Wien. Bericht. Bd. LI u. LII; Wien. med. Wochenschr. 1865. Nr. 89. 90; *N. Chrzonszczewsky*, in *Virch.* Arch. XXXV. S. 169; *S. Federn*, in Wien. Ber. Bd. LIII.

3. Lymphgefässe und Lymphdrüsen: *F. Noll* (und *Ludwig*), in *Henle's* Zeitschr. Bd. IX. S. 52; *Remak*, in *Müll.* Arch. 1850. S. 79, 183; *J. Engel*, in Prager Vierteljahrsschrift. 1850. S. 111; *O. Heyfelder*, Ueber den Bau der Lymphdrüsen. Breslau 1851; *H. Weyrich*, *De textura et structura Vas. lymphatic.* Dorpat. 1851; *E. Brücke*, in Sitzungsber. d. Wien. Akad. 1852 Dec., 1853 Jan. und März, dann in d. Denkschr. Bd. VI. 1853; Wien. Wochenschr. 1855. Nr. 24, 25, 28, 29, 32; Sitzungsber. der Akad. 1855. S. 267; *Donders*, in *Nederl. Lancet.* 1852. p. 355; *A. Kölliker*, in Würzb. Verh. IV.; *Funke*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VI. S. 307, und Wien. Wochenschr. 1855. Nr. 31; *A. Zenker*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VI. S. 321; *R. Cnopp Koopmans*, in *Nederl. Lanc. July en Aug.* 1855. p. 90; *W. Krause*, in Zeitschr. f. rat. Med. VI. S. 107 (Chylusgefässe); *G. Eckard*, *De gland. lymphat. structura.* Berol. 1858. *Diss.*; *T. Billroth*, Beitr. z. pathol. Histologie. Berlin 1858. S. 127, Zeitschr. f. wiss. Zool. XI, 62, *Virch.* Arch. XXI. S. 423; *Virchow*, Cellularpathologie. Berlin 1862. S. 163; *His*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XI. S. 65, XII. S. 223, XIII. S. 455, XV. S. 127; *H. Frey*, in Viertelj. der naturf. Ges. in Zürich. 5. Jahrg. 1860; Unters. über die Lymphdrüsen. Leipzig 1861; in Viertelj. der naturf. Ges. in Zürich. Bd. VII; *Krause*, in Anatomische Unters. 1860. S. 115; *Teichmann*, Das Saugadersystem, vom anat. Standpunkte bearb. Leipzig 1861; *Piers Walter*, Unters. über die Textur der Lymphdrüsen. Dorpat 1860. *Diss.*; *R. v. Recklinghausen*, Die Lymphgefässe u. ihre Beziehung zum Bindegewebe. Berlin 1862, und Zur Fettresorption, in *Virch.* Arch. XXVI; *W. Müller*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XX. S. 119 (Lymphdrüsen); *Ludwig*, in Wien. med. Jahrb. 1863. Heft 4; *Broueff* und *Eberth*, in Würzb. naturw. Zeitschr. Bd. V. S. 34; *N. Kowalewsky*, in Wien. Sitzungsber. Bd. XLVIII (Lymphdrüsen); *L. Auerbach*, in *Virch.* Arch. XXXIII. S. 340; *C. Hueter*, in Med. Centralbl. 1865. Nr. 41; *Halbertsma*, in *Rec. de trav. de la soc. allem. de Paris.* 1864/65. S. 23; *Chrzonszczewsky*, in *Virch.* Arch. XXXV. S. 174; *C. Langer*, in Wien. Sitzungsber. Bd. LIII und LV; *Dybkowsky*, in Leipz. Sitzungsber. 1866. S. 191; *Schweigger-Seidel* und *Dogiel*, ebendas. S. 247; *Ludwig* und *Schweigger-Seidel*, ebendas. S. 362; *E. Sertoli*, in Wien. Sitzungsber. Bd. LIV; *Schweigger-Seidel*, in Leipz. Ber. 1866. S. 329.

4. Blut und Lymphe: *H. Nasse*, Art. »Chylus, Lymphe und Blut«, in *Wagner's* Handw. d. Phys. Bd. I; *H. Müller*, in Zeitschr. f. rat. Med. 1845; *R. Wagner*, Beiträge z. vergl. Physiologie des Blutes. Leipzig 1833, und Nachträge z. vergl. Physiol. I. Ebendas. 1838; *J. C. Fahrner*, *De globulor. sang. origine.* Turici 1845; *A. Kölliker*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. IV. 1846. S. 42; *C. Donders* und *J. Moleschott*, in den Holländ. Beitr. III. S. 360; *Donders*, in *Nederl. Lanc.* 1846; *W. Jones*, in *Phil. Transact.* 1846. II. p. 82; *Moleschott*, in *Müll.* Arch. 1853, dann in Wien. med. Wochenschr. 1853 April und 1854 Febr.; *Kölliker*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VII. S. 182, 183, dann in Würzb. Verh. VII; *Aubert*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VII. S. 357; *Berlin*, in *Nederl. Lanc.* 3. Ser. 5. Jaarg. p. 734, u. Arch. f. holl. Beitr. Bd. I. S. 75; *Marfels* und *Moleschott*, in Unters. z. Naturl. I. S. 52; *Teichmann*, in Zeitschr. f. rat. Med. VIII. S. 141; *Remak*, in *Müll.* Arch. 1858. S. 178; *Berlin*, im Arch. f. d. holl. Beitr. I. S. 356; *C. Robin*, in *Journ. de la phys.* I. p. 283; *Ibid.* II. p. 41; *C. Rouget*, in *Journ. de la phys.* II. p. 660; *G. F. Pollock*, in *Quart. Journ. of microsc. science.* 1859. Oct. *Transact.* p. 4; *Botkin*, in *Virch.* Arch. XX. S. 26; *A. Böttcher*, Ueber Blutkrystalle. Dorpat 1862; *C. Bojanowsky*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XII. S. 312; *Hensen*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XI. S. 253, *G. Zimmermann*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XI. S. 344; *Bursy*, Ueber d. Einfl. e. Salze auf die Krystallis. d. Blutes. Dorp. 1863. *Diss.*; *C. Böttcher*, in *Virch.* Arch. Bd. XXVI. S. 606, Bd. XXXII. S. 126 u. 372; Bd. XXXVI. S. 342; *M. d. Vintschgau*, in *Atti dell' istituto veneto.* Vol. VII. Ser. III; *A. Rollett*, in Sitzungsber. der Wiener Akad. Bd. XLVI XLVIII, L, LII, auch z. Th. in *Moleschott's* Unters. Bd. IX. S. 22, 260, 474; *H. Welcker*,

in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XX. S. 257; *W. Roberts*, in *Quart. Journ. of micr. sc.* 1863. *Journ.* p. 170; *L. Beale*, Ebendas. 1864. *Transact.* p. 32; *Reichert*, in Arch. f. Anat. 1863. S. 137; *Wittich*, in Königsb. med. Jahrb. Bd. III. S. 332; *Klebs*, in Med. Centralbl. 1863. Nr. 54, in *Virch.* Arch. XXXVIII. S. 190; *E. Rindfleisch*, Experimentalstudien in der Histologie des Blutes. Leipzig 1863; *A. Schmidt*, in *Virch.* Arch. XXIX. S. 14; Hämatol. Studien. Dorpat 1865; *Preyer*, in *Virch.* Arch. XXX. S. 417; *C. L. Rovida*, in *Annali univ. di med.* Oct. 1865. p. 57; *P. Owsjannikow*, in *Bullet. de l'Acad. de Petersbourg.* T. VIII. p. 561; *G. A. M. Kneuttinger*, Zur Histologie des Blutes. Würzb. 1865. *E. Neumann*, in Med. Centralbl. 1865. Nr. 31; Arch. für Anat. 1865. S. 676; 1867. S. 31; *W. Erb*, in Med. Centralbl. 1865. Nr. 14; *Virch.* Arch. XXXIV. S. 138; *M. Schultze*, in Arch. f. mikr. Anat. Bd. I. S. 1; *P. Mantegazza*, *Del globulimetro.* Milano 1865; *O. Bode*, Ueber d. Metamorph. d. roth. Blutk. in Blutextrav. d. Froschlymphsäcke. Dorp. 1866; *Miot*, *Rech. phys. sur la formation des glob. du sang Bruxelles* 1865; *v. Recklinghausen*, in Arch. f. mikr. Anat. Bd. II. S. 137; *W. Kühne*, in *Virch.* Arch. XXXIV. S. 423; *J. G. v. d. Lith*, in *Nederlandsch Archief.* Bd. II. S. 196; *E. Brücke*, in Wien. Sitzungsber. Bd. LVI. Juniheft. — Ausserdem vergleiche man die Handbücher von *E. H. Weber* und *Henle*, und die embryologischen Arbeiten von *Vogt*, *Remak*, *Prévost*, *Lebert* und *Courty*. Für eine vollständigere Literatur der älteren Arbeiten verweise ich auf meine Mikr. Anat. und die 3. Aufl. dieses Handbuches.

Anhang zum Gefässsysteme.

Von der sogenannten Glandula coccygea und intercarotica.

§. 215.

Im Jahre 1859 entdeckte *Luschka* an der Spitze des Steissbeines ein kleines. länglichrundes Organ von höchstens 2,5 mm Grösse, welches nach ihm einen drüsigen Bau besitzt und wesentlich aus mit zelligen Gebilden erfüllten rundlichen Blasen und einfachen und verästelten Schläuchen besteht, auch viele Nerven enthält.

Einen ähnlichen Bau soll nach *Luschka* das bisher sogenannte *Ganglion intercaroticum* an der Theilungsstelle der *Carotis communis* besitzen, welches er daher *Glandula intercarotica* zu nennen vorschlägt.

Von beiden Organen zeigte später *J. Arnold*, dass die vermeintlichen Drüsenelemente nichts als arterielle Gefässe mit eigenthümlichen Aussackungen, Erweiterungen und Verknäuelungen sind, die bei der *Gl. coccygea* dem Ende der *Arteria sacralis media* angehören, welche Angaben von *W. Krause* und *G. Meyer* bestätigt wurden. Auffallend bleibt immerhin an diesen »*Glomeruli arteriosi coccygei*«. (*Arnold*) der reiche Gehalt an glatten Muskeln und Nerven und der, wie *G. Meyer* gefunden zu haben glaubt, dicke Zellenbeleg der Innenwand; immerhin können dieselben doch wohl kaum ein grösseres Interesse beanspruchen, als zahlreiche verwandte Bildungen bei Thieren, die nach den Untersuchungen von *Krause* und *J. Arnold* gerade auch an der Schwanzwirbelsäule sich finden und Regulatoren der Circulation sind.

Literatur. *Luschka*, in *Virchow's* Arch. XVIII. S. 106; der Hirnanhang und die Steissdrüse. Berlin 1860; im Arch. f. Anat. 1862. S. 404; *W. Krause*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. X. S. 293. Bd. XXVIII. S. 145; Anatom. Unters. S. 98; mit *G. Meyer*, in Gött. Nachr. 1865. Nr. 16; *J. Arnold*, in Med. Centralbl. 1864. Nr. 56; in *Virch.* Arch. XXXII. S. 293. XXXIII. S. 190 u. 454. XXXIV. S. 220; *G. Meyer*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XXVIII. S. 135; *E. Sertoli*, in Med. Centralbl. 1867. Nr. 29.

Von den höheren Sinnesorganen.

1. Vom Sehorgane.

§. 216.

Das **Sehorgan** besteht aus dem **Augapfel**, oder dem eigentlichen Sinnesapparate, und den **Nebentheilen**, welche theils zum Schutze, theils zur Bewegung desselben vorhanden sind, nämlich den **Augenlidern**, **Augenmuskeln** und den **Thränenorganen**. Der Augapfel selbst ist ein sehr zusammengesetztes Organ, in dem fast alle Gewebe des Körpers vertreten sind, und wird derselbe wesentlich aus drei Häuten, einer **Faserhaut**, *Sclerotica* und *Cornea*, einer **Gefässhaut**, der *Chorioidea* und *Iris*, und einer **Nervenhaut** und aus zwei innern, lichtbrechenden Mitteln, dem **Glaskörper** und der **Linse** zusammengesetzt.

A. Vom Augapfel.

§. 217.

Faserhaut des Auges. Die äussere Umhüllung des Augapfels wird von einer derben, vorzüglich bindegewebigen Faserhaut gebildet, welche dem äussern Ansehn nach in einen kleineren, vorderen, durchsichtigen Abschnitt, die **Hornhaut**, und einen grösseren, undurchsichtigen, hinteren Theil, die **harte Haut**, zerfällt, jedoch, wie die Entwickelungsgeschichte und der feinere Bau lehren, durchweg als eine zusammenhängende Haut anzusehen ist.

Die harte Haut, *Sclerotica*, auch weisse Haut, *Albuginea*, genannt, ist eine weisse, sehr derbe und feste fibröse Haut, die vom hinteren Umfange des Auges an, wo sie mit der Scheide des Sehnerven unmittelbar zusammenhängt und auch mit der *Lamina cribrosa* und dem Neurilemme des Nerven sich vereint (*Löwig*), nach vorn zu allmählich an Dicke abnimmt, jedoch vorn durch Verschmelzung mit den Sehnen der geraden Augenmuskeln wieder sich verstärkt und dann unmittelbar in die Hornhaut sich fortsetzt. Dieselbe gibt beim Kochen gewöhnlichen Leim und besteht aus wahrem Bindegewebe, dessen Fibrillen sowohl beim Zerzupfen, als auch an mit Essigsäure behandelten Querschnitten äusserst deutlich hervortreten. Die Bündel derselben sind mehr gerade gestreckt, sonst wie in Sehnen innig verbunden und zu grössern, dünnern oder dickern, platten Bändern vereint, welche in der ganzen Dicke ziemlich regelmässig abwechselnd der Länge und Quere nach verlaufen und so auf senkrechten Schnitten einen blätterigen Bau erzeugen. Doch sind wirkliche, für sich bestehende Blätter nirgends vorhanden, vielmehr stehen die verschiedenen Längslagen unter einander in vielfacher Vereinigung und ebenso die der Quere nach verlaufenden Schichten. Nur an der äussern, namentlich aber an der innern Oberfläche der harten Haut sammeln sich die Längsfasern zu etwas stärkern Platten an und erhalten so eine grössere Selbständigkeit.

Mitten durch das Bindegewebe der *Sclerotica* verlaufen eine grosse Zahl feiner elastischer Elemente, von derselben Form wie in Sehnen und Bändern (siehe §. 76), nämlich als ein Netzwerk feiner und feinster Fasern. Ausserdem finden sich auch hier netzförmig vereinte Bindegewebskörperchen in grosser Zahl, welche sicher zum Theil Höhlungen und einen eher flüssigen Inhalt besitzen, wenigstens sieht man an trockenen Scleroticaschnitten in allen Zellenkörpern derselben Luft (diess sind die kreideweissen Körperchen von *Huschke*), und bei Thieren auch in manchen Zellen

deutliche Pigmentkörnchen, welche beim Menschen in den innersten Lagen der *Sclerotica* auch vorkommen. Die Gefässe der *Sclera* stammen aus denselben Aesten, die auch die *Chorioidea* versorgen, nämlich den *Ciliares anteriores* und *Cil. posteriores breves*. Bemerkenswerth ist vor allem ein Arterienkranz um die Eintrittsstelle der Sehnerven herum, an der Aussenfläche der *Sclera*, von dem aus zahlreiche Gefässe die Sehnervenscheide durchbohren und mit den Aesten der *Art. centralis retinae* im Sehnerven anastomosiren (*Leber*, l. c. Tab. IV. Fig. 1). Die übrigen Arterien verlaufen ebenfalls auf der *Sclera*, haben z. Th. einen stark geschlängelten Verlauf, anastomosiren da und dort und erzeugen ein weitmaschiges Capillarnetz, aus welchem Venen entspringen, die theils in die die *Sclera* durchbohrenden *Venae vorticosae* einmünden, theils in ein an der Aussenfläche der Haut liegendes, weitmaschiges Venennetz übergehen, das als Abzugscanäle die vorderen Ciliarvenen und kleine hintere Ciliarvenen hat, welche letzteren jedoch kein Blut aus der *Chorioidea* aufnehmen. — Nerven beschreibt *Bochdalek* (auch *Rahm* beim Kaninchen) in der harten Haut, doch habe ich bisher ebenso wenig wie *Arnold* und *Luschka* davon mich überzeugen können, dass dieselben etwas anderes als an der innern Seite der Haut zum *Lig. ciliare* verlaufende Zweige sind.

Die Hornhaut, *Cornea* (Fig. 453 *C*), ist vollkommen durchsichtig, noch derber und schwerer zu zerreissen als die *Sclerotica*, und aus drei besondern Lagen zusammengesetzt, nämlich: 1) aus der Bindehaut, *Conjunctiva corneae*, 2) der eigentlichen Hornhaut und 3) der *Descemet*'schen Haut, von denen die erste und letzte von einem Epithelium und einer darunter gelegenen glasartigen Haut, die mittlere von einem Fasergewebe eigenthümlicher Art gebildet wird.

Die eigentliche Hornhaut oder die Faserlage derselben (Fig. 453 *c*), *Substantia fibrosa corneae s. Cornea propria*, bei weitem der mächtigste Theil der ganzen Haut, besteht aus einer dem Bindegewebe sehr nahen Fasersub-

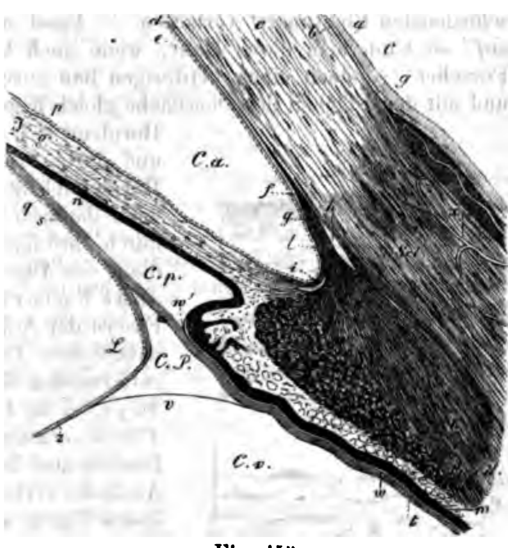


Fig. 453.

Fig. 453. Durchschnitt durch die Augenhäute in der Gegend der Ciliarfortsätze, 12mal vergr. *Scl. Sclerotica*. *C. Cornea*. *Pr. cil. Processus ciliaris*. *C. a. Camera anterior*. *C. p. Camera posterior*. *C. v. Corpus vitreum*. *C. P. Canalis Petiti*. *L. Lens*. *I. Iris*. *a. Conjunctiva corneae*, Epithel, *b. Elastica externa* darunter, sich fortsetzend in die *Conjunctiva scleroticae x*. *c*. Faserlage der *Cornea*, *d. Membr. Demoursii*, *e*. Epithel derselben angedeutet, *f*. Ende der *Membr. Demoursii* und Uebergang in eigenth. Fasern *g*, die bei *i* als *Lig. iridis pectinatum* auf die *Iris* übergehen, *h. Canalis Schlemmii*, *k. Musculus ciliaris s. tensor chorioideae* von der innern Wand desselben (*l*) entspringend, *k'*. Ringfasern des Ciliarmuskels oder *Müller*'scher Muskel, *m*. Pigmentlage der Ciliarfortsätze, *n*. der *Iris*, *o*. Faserlage der *Iris*, *p*. Epithel derselben angedeutet, *q*. Linsenkapsel, vordere Wand, *r*. hintere Wand, *s*. Epithel der Linsenkapsel angedeutet, *t. Zonula Zinnii* oder vorderer verdickter Theil der *Hyaloidea*, *u*. freies vorderes Blatt derselben (eigentl. *Zonula*) an dem Rande der Linse sich ansetzend, *v*. hinteres Blatt derselben mit der hintern Wand der Linsenkapsel verschmelzend, *w. Pars ciliaris retinae*, *w'*. vorderes Ende derselben. Nach *Bowman* und *H. Müller*.

stanz, die jedoch nach *J. Müller* beim Kochen keinen Leim, sondern *Chondrin* gibt, welches *Chondrin* jedoch nach *His* dadurch von dem gewöhnlichen sich unterscheidet, dass seine meisten Niederschläge sich im Ueberschusse des angewandten Mittels wieder lösen. Ihre Elemente, blasse Bündel von 4,5 — 9 μ Durchmesser, an denen, wenigstens beim Zerzupfen, bald mehr, bald weniger deutlich meist noch feinere Fibrillen sichtbar werden, sind zu platten Bündeln von 90 — 260 μ Breite (*His*) geeint, welche, mit ihren Flächen den Hornhautoberflächen stets gleichlaufend, sowohl in der Richtung der Oberfläche als in der Dicke unter einander zusammenhängen und so durch die ganze Haut ein grosses Maschengewebe darstellen. Sichtbare Lücken, abgesehen von denen, die durch die Hornhautzellen ganz erfüllt sind, finden sich übrigens in diesem Maschengewebe nicht, indem einerseits in die Zwischenräume des einen Faserzugs die Elemente eines andern hineinpassen, andrerseits auch alle Faserbündel so dicht aufeinander liegen, wie z. B. in einem gepressten Schwamme. Am richtigsten und leichtesten wird man den Bau der Hornhaut auffassen, wenn man von der *Sclerotica* ausgeht, von der erstere nur eine Abänderung ist. Wie hier Längsnetze und Quernetze von Bindegewebsbündeln die ganze Haut zusammensetzen, so, nur verwickelter, ist die Sache auch in der Hornhaut, indem in dieser die Bündel, wenn auch vorwiegend radial und tangential, doch in den verschiedensten Richtungen verlaufen. — Fasst man den Bau der Hornhaut im Ganzen auf, so kann man dieser Haut, wenn auch keine vollständigen Blätter, wie viele Forscher, so doch einen blätterigen Bau zuschreiben, indem ihre Bündel alle platt und mit den Flächen der Oberfläche gleich liegen, wovon es auch abhängt, dass die Hornhaut sich äusserst schwer in der Dicke zerreissen und durchstossen lässt. Die Uebereinstimmung der Hornhautelemente mit dem Bindegewebe wird auch noch dadurch bewiesen, 1) dass dieselbe am Rande durch ihre hier vorzüglich in der Richtung der Meridiane des Auges verlaufenden Bündel unmittelbar und ohne Unterbrechung in die ähnlich gelagerten Fasern der *Sclerotica* sich fortsetzt, so dass von einer natürlichen Trennung beider Häute auch nicht im entferntesten die Rede sein kann, und 2) dass, wie *Toynbee* im Jahre 1841 und später noch bestimmter *Virchow* zuerst nachgewiesen haben, zwischen ihren Bündeln und Blättern eine ungemeine Zahl durch ihre Ausläufer verbundener und sternförmiger, kernhaltiger Zellen liegen, wie sie dem meisten Bindegewebe eigen sind (Bindegewebskörperchen *Virchow's*, auch Hornhautkörperchen), und auch in der *Sclerotica* vorkommen. Diese »Hornhautzellen« sind in der Richtung der Lamellen der Hornhaut platt gedrückt, enthalten einen hellen Inhalt und schöne Kerne. Durch zahlreiche Ausläufer, von denen ein Theil die Lamellen senkrecht durchsetzt, die grösste Anzahl aber zwischen denselben verläuft, hängen dieselben alle unter einander zusammen und bilden bei manchen Geschöpfen sehr regelmässige Gitterwerke (Fig. 455), entsenden aber auch sonst in der Regel ihre Fortsätze besonders in zwei unter rechten Winkeln sich kreuzenden Richtungen. Es möchte wohl unzweifelhaft sein, dass die Ernährungsflüssigkeit, mit welcher die *Cornea* beständig in reichlicher Menge

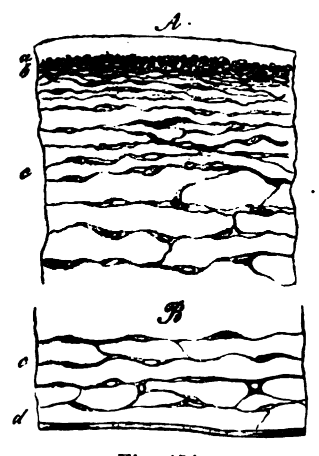


Fig. 454.

Fig. 454. Senkrechter Durchschnitt der *Cornea* des Neugebornen, 350mal vergr. mit Essigsäure. Das Epithel ist weggelassen. *A.* Vorderes Stück der Haut; *a. Elastica anterior*, *b.* dichte Lage kleiner, runder Körper (wahrscheinlich kleiner Zellen) darunter, mit wenig Fasergewebe, *c.* entwickeltes Fasergewebe mit verbundenen Bindegewebskörperchen. *B.* Hinteres Stück der Haut; *c.* wie vorhin, *d.* Glashaut der *Membr. Descemetii.*

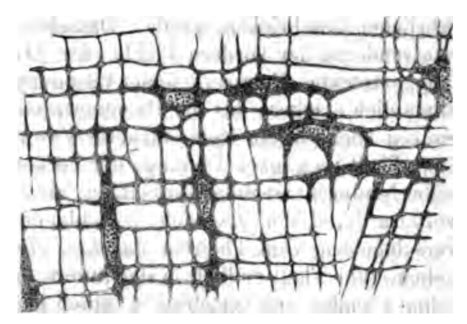


Fig. 455.

getränkt ist, und welche bei grossen Augen von Thieren selbst durch das Auspressen der *Cornea* unmittelbar sich nachweisen lässt, einem guten Theile nach durch die genannten Zellen im Innern weiter geleitet und verbreitet wird, eine Ansicht, in der man nur bestärkt werden kann, wenn man weiss, dass diese Zellen bei Erkrankungen der *Cornea* äusserst häufig Fetttröpfchen, ausnahmsweise nach *Donders* selbst Pigment in ihrem Innern enthalten. — Die von *Bowman* im Ochsen- und Menschenauge eingespritzten *corneal tubes* sind mit diesem Zellennetze nicht zu verwechseln, und wahrscheinlich als künstliche Erweiterungen der zwischen den Gewebselementen der *Cornea* regelrecht vorkommenden kleinen Zwischenräume, die man selbst bei der mikroskopischen Untersuchung hie und da zu erkennen glaubt, zu deuten.

Die Bindehaut der *Cornea* (Fig. 453, *ab*) besteht vorzüglich aus einem 50—110 μ (50 μ *Bowman*, 30 μ *Henle*) dicken, geschichteten weichen Epithel, dessen untere Zellenlagen länglich sind und senkrecht auf der Hornhaut stehen, während die mittlern mehr eine rundliche Gestalt besitzen und nach oben in eine 18—22 μ dicke, der Hornschicht der Epidermis entsprechende Lage 22—30 μ grosser, jedoch noch kernhaltiger und weicher Plättchen übergehen. Unter dem Epithel, das im Tode, auch in Wasser und Essigsäure sehr bald sich trübt, befindet sich eine von *Reichert* zuerst erwähnte gleichartige Lage, die *Lamina elastica anterior* von *Bowman* von 6,7—9 μ Dicke, welche auf senkrechten Schnitten und an Falten von dünnen Flächenschnitten nach Zusatz von Alkalien besonders deutlich hervortritt, jedoch bei Weitem nicht so scharf gegen die eigentliche Hornhaut sich absetzt, wie die *Descemet*'sche Haut und auch nicht dieselbe Bedeutung zu haben scheint, wie diese, sondern wohl nichts als der Rest der in frühern Zeiten gefässhaltigen Schicht der *Conjunctiva corneae* ist. — Von derselben aus sieht man hie und da gebogene Fasern wie starre Bindegewebsbündelchen oder elastische Fasern schief in die Hornhaut eindringen und dann sich verlieren (*Bowman*), die ich als der Grundsubstanz der *Cornea propria* angehörig betrachte.

Die *Descemet*'sche oder *Demours*'sche Haut, auch Wasserhaut, *Membr. Descemeti s. Demoursii s. humoris aquei* (Fig. 453, *d*) besteht aus einer dem Corneagewebe ziemlich locker anhaftenden elastischen Haut, der eigentlichen *Descemet*'schen Haut oder *Elastica posterior*, und einem Epithel an der innern Fläche derselben. Die erstere ist wasserhell, wie Glas, und glänzend, vollkommen gleichartig, leicht zerreissbar, aber doch ziemlich fest und so elastisch, dass, wenn sie durch Messer und Pincette, oder Kochen in Wasser, oder Behandlung mit Alkalien, wobei sie wie in Reagentien überhaupt ihre Durchsichtigkeit nicht einbüsst, von der *Cornea* getrennt wird, ohne Ausnahme kräftig, und zwar nach vorn, sich einrollt (*Bowman*; bei *Henle* ist das Gegentheil angegeben). Gegen die Ränder der *Cornea* geht die *Descemet*'sche Haut, deren Dicke 13—20 μ beträgt (nach *H. Müller* bei Erwachsenen von 20—30 Jahren 6—8 μ in der Mitte, 10—12 μ am Rande; bei alten Leuten 15—20 μ) und die in chemischer Beziehung ganz an die Linsenkapsel sich anschliesst (siehe unten), in ein eigenthümliches Geflecht von Fasern über, das von *Reichert* zuerst wahrgenommen und von *Bowman* aus-

Fig. 455. Netzwerk der Hornhautzellen des Kaninchens. Holzessigpräparat. 350mal vergr. Nach *His*, in *Icon. physiol.* II. Aufl.

führlicher beschrieben wurde. Dasselbe beginnt in geringer Entfernung vom Hornhautrande an der vordern Fläche der *Descemet*'schen Haut (Fig. 453, *g*), als ein langgestrecktes Netzwerk feiner Fäserchen, wie feiner elastischer Fibrillen, wird dann allmählich stärker, bis am Hornhautrande selbst die *Descemet*'sche Haut in ihrer ganzen Dicke in ein Netz stärkerer Fasern, Blätter und Balken aufgelöst ist, welche zum Theil im ganzen Umfange der vordern Augenkammer mit vielen, frei durch dieselbe hindurchtretenden Fortsätzen, als *Lig. iridis pectinatum*, *Huek*, auf den vordern Rand der *Iris* sich umschlagen und mit den vordern Theilen dieser Haut verschmelzen, zum Theil in das *Lig. ciliare* oder besser den *Musculus ciliaris* übergehen, zum Theil endlich in der innern und auch der äussern Wand des *Schlemm*'schen Canales sich verlieren (s. unten bei der *Uvea*). Mithin endet die *Descemet*'sche Haut nicht, wie gewöhnlich angegeben wird, mit einem scharfen Rande, vielmehr geht dieselbe, so scheint es, wie es *Reichert* zuerst angab, ganz und gar in ein eigenthümliches Fasergewebe über. Ueber die Natur dieser Fasern sind die Ansichten sehr getheilt. Während nämlich *Reichert* dieselben zum Bindegewebe zählt und *Brücke* sie als eigenthümlich bezeichnet, erklärten *Luschka* dieselben für den von ihm sogenannten serösen Fasern (i. e. elastischem Gewebe) angehörig, *Bowman* (*Lectures* p. 21) und *Henle* (Jahresb. 1852. S. 20) für zum Theil elastische, zum Theil bindegewebige, und ich für eine Zwischenform zwischen diesen beiden Geweben. — Die Wahrheit ist die, dass diese Fasern da, wo sie an der *Membrana Descemeti* beginnen und in ihren Fortsetzungen zur Wand des *Schlemm*'schen Canales und zum Ciliarmuskel durch ihre dunkleren Umrisse, mässige Stärke und gleichartiges Ansehen mehr an elastische Fasern sich anschliessen, während die auf die *Iris* sich fortsetzenden Theile durch ihre Breite (von 9—27 μ), Blässe und ein häufig sehr deutlich ausgeprägtes streifiges Ansehen so sehr an Bindegewebe erinnern, dass ich dieselben früher (Zeitschr. f. wiss. Zool. I. S. 54) zum netzförmigen Bindegewebe rechnete. Ich muss jedoch, wie in der 1. Aufl. d. W., so auch jetzt noch, trotz der Behauptung *Henle*'s, dass das *Lig. iridis pectinatum* wirklich Bindegewebe sei, daran festhalten, dass diese Fasern beim Menschen durch ihre Starrheit, ihr Verhalten gegen Alkalien und Säuren, ihre Unlöslichkeit auch bei langem Kochen in Wasser vom Bindegewebe sich entfernen und ganz an die Elemente der *Zonula Zinnii* sich anschliessen, die *Henle* selbst nicht für gewöhnliches Bindegewebe hält. Nach meinen neueren Erfahrungen über Umwandlungen von Netzen von Bindegewebskörperchen in kernlose Fasernetze möchte ich glauben, dass auch die fraglichen Elemente nichts anderes als solche Bildungen sind, und dass an ihrer Stelle ursprünglich ein wirkliches Zellennetz sich findet. — Uebrigens will ich noch bemerken, dass bei Thieren diese Fasern zum Theil andere Eigenschaften besitzen, als beim Menschen. So finde ich beim Kaninchen an ihrer Stelle starke Bindegewebsbündel mit Bindegewebskörperchen, die spitz an der *Descemet*'schen Haut wurzeln und verbreitert im äussern Theile der *Iris* sich verlieren, bei Vögeln dagegen ganz entschiedenes elastisches Gewebe. Am Rande der *Demours*'schen Haut finden sich an der Innenseite nach *H. Müller*'s Entdeckung warzenförmige niedere Erhebungen, die im Alter und in pathologischen Fällen grösser und über eine grössere Fläche sich erstreckend gefunden werden.

Das Epithel der *Demours*'schen Haut (Fig. 453, *e*), das beim Menschen häufig nicht mehr gut erhalten gefunden wird, ist eine einfache, 4,5—6,7 μ dicke Lage schöner, vieleckiger, 19—22 μ grosser Zellen, mit äusserst fein- und blasskörnigem Inhalte und runden Kernen von 6—11 μ. Gegen den Rand der Hornhaut wird dasselbe in seinen Zellen kleiner und endet dann als zusammenhängende Lage. Dagegen setzen sich vereinzelte Züge meist verlängerter, selbst spindelförmiger Epithelzellen über die Fasernetze des *Lig. pectinatum* und, die Elemente desselben umschliessend, auf den Rand der *Iris* fort, woselbst wieder eine vollständige Epitheliallage erscheint.

Die Hornhaut ist beim Erwachsenen fast ganz gefässlos, dagegen findet sich, wie *J. Müller* und *Henle* (*de membr. pupill.* p. 44) zuerst beobachteten, bei menschlichen und Schafembryonen in der *Conjunctiva corneae* ein reichliches Gefässnetz, welches jedoch nicht bis in die Mitte derselben sich zu erstrecken scheint. Gegen das Ende des Fötallebens und nach der Geburt bildet sich dieses Netz, bei Thieren weniger, beim Menschen mehr, zurück, so dass man bei letzterem nur noch am Hornhautrande, in einem Saume von 1 mm, höchstens 2 mm Breite, Blutgefässe trifft. Dieselben sind meist feine und feinste Capillaren von 4,5 — 9 μ, welche eine oder mehrere Reihen von Bögen bilden und so enden, und liegen ebenfalls in der Bindehaut, die hier als eine nachweisbare Schicht, dem sog. *Annulus conjunctivae*, noch etwas auf die Hornhaut sich erstreckt, um dann in die *Lamina elastica anterior* derselben auszulaufen. Bei Thieren finden sich diese oberflächlichen oder Bindehautgefässe ebenfalls, jedoch meist viel hübscher und weiter nach innen, manchmal bis zur Hälfte des Halbmessers und weiter sich erstreckend, ausserdem kommen aber auch noch in der Substanz der *Cornea* selbst tiefere, aus der *Sclerotica* stammende Capillaren vor, die meist die Nervenstämme begleiten, und entweder in ihnen selbst eine einzige oder einige wenige sehr langgestreckte Schlingen bilden, oder auch noch etwas über dieselben hinaus sich verbreiten und ohne Ausnahme mit Schlingen enden, deren feinste Gefässchen hier wie bei den oberflächlichen Capillaren kaum mehr als 4,5 μ messen. Beim Menschen sah ich diese die Nervenstämme begleitenden eigentlichen Hornhautgefässe ebenfalls, jedoch nicht so regelmässig und nie so entwickelt. Es sind daher *Leber's* Angaben, der tiefe Hornhautgefässe läugnet, in dieser Beziehung zu berichtigen. Nach diesem Forscher stammen die oberflächlichen Hornhautgefässe von den vorderen Ciliararterien, welche auch noch einen Theil der *Conjunctiva scleroticae* überziehen und mit *Van Woerden* die vorderen Bindehautgefässe heissen können. Doch ist zu bemerken, dass diese Gefässe auch mit den hinteren Bindehautgefässen aus der *Arteriae palpebrales* zusammenhängen (*Leber*, Tab. III).

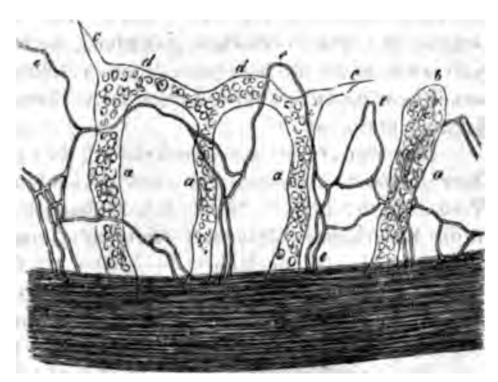


Fig. 456.

Von Lymphgefässen der Hornhaut ist nichts Zuverlässiges bekannt (vergl. auch *Arnold*, Anat. II. S. 988), doch habe ich seiner Zeit in der Hornhaut einer jungen Katze Gefässe gesehen (siehe Fig. 456), welche ich kaum für etwas Anderes als für Lymphgefässe halten kann. Am Hornhautrande befanden sich hier neben den sehr deutlichen und Blutkörperchen enthaltenden Capillarschlingen blasse, viel weitere Gefässe (von 22—15 μ, selbst 68 μ), welche entweder einzeln ebenso weit wie die Blutgefässe in die *Cornea* sich hineinerstreckten und kolbig angeschwollen oder spitz auslaufend endeten, oder zu zweien, dreien und mehr einfache Schlingen bildeten, von denen aus häufig ebenfalls noch blinde Fortsätze ausgingen. Trotz ihrer Weite besassen diese Gefässe eine zarte gleichartige Haut mit einzelnen anliegenden Kernen, und im Innern führten dieselben einen hellen Saft, in dem häufig einzelne, hie und da selbst sehr viele helle runde Zellen, ganz wie Lymphkörperchen, zu sehen waren. —

Fig. 456. Capillaren und Lymphgefässe (?) am Hornhautrande einer jungen Katze. *aa*. Stämme der farblosen Gefässe, *b*. blindes, kolbiges Ende eines solchen, *c*. spitze Ausläufer, *d*. Schlingen derselben, *e*. Blutcapillaren. 250 mal vergr.

Hätte ich diese Gefässe auch bei andern Thieren gefunden, so würde ich sie unbedingt für die Anfänge der Lymphgefässe der *Conjunctiva* erklären, so aber scheint es mir vorläufig gerathener, diese Deutung wohl als wahrscheinlich, aber nicht als gewiss hinzustellen. Ich habe nämlich, obschon bei der einen Katze die genannten Gefässe in beiden Hornhäuten sehr deutlich waren, so dass ich sie vielen Collegen, namentlich *Virchow* und *H. Müller*, zeigen konnte, doch später nur noch in Einem Falle bei einer Katze dieselben wiedergesehn, obschon ich eine grössere Zahl von Augen an alten und neugebornen Katzen, von Hunden, Ochsen, Schafen, Schweinen und Kaninchen auf diese Theile untersuchte. Auch *His* (S. 71) hat nur in Einem Falle ähnliche Gefässe in einem Kalbsauge gefunden, die mit einer blasskörnigen, in Essigsäure und Kali sich nicht aufhellenden Masse erfüllt waren. Möglicherweise zählen auch die von *Lightbody* bei Ratten gesehenen Bildungen z. Th. hierher (l. c. p. 33. Pl. II. Figg. 5 und 6 *a*).

Die von *Schlemm* entdeckten Nerven der Hornhaut stammen von den *Nervuli ciliares*, dringen am vordern Umfange der *Sclerotica* (beim Kaninchen nach *Rahm* in der hintern Hälfte des *Bulbus*) in diese Haut ein, und treten dann aus ihr in die Faserlage der *Cornea*. Hier findet man dieselben am Rande leicht, beim Menschen als 24—36 (nach *Sämisch* 40—45) feinere und dickere Stämmchen, die jedoch 15 μ kaum überschreiten. Was diese Nerven auszeichnet, ist einmal der Umstand, dass dieselben nur am Hornhautrande innerhalb eines nicht immer gleichbreiten Saumes von 1—2 mm im Mittel noch dunkelrandige, jedoch feine (von 2,2—4,5 μ) Primitivröhren führen, im weitern Verlaufe jedoch nur marklose, vollkommen helle und durchsichtige Fasern von 1,1—2,2 μ höchstens enthalten, so dass sie den Weg der Lichtstrahlen auf jeden Fall nicht mehr als die andern Corneaelemente hemmen, was auch aus der Schwierigkeit ihrer Verfolgung unter dem Mikroskope hervorgeht. Zweitens ist aber auch die Verbreitung dieser Nerven sehr eigenthümlich, indem die Enden derselben in ihrer Mehrzahl, wie *Hoyer* zuerst wahrnahm, aus der Substanz der Hornhaut heraus, in das Epithel der *Conjunctiva corneae* eindringen, in welchem die letzten Endigungen zuerst durch *Cohnheim* mit Hülfe des Goldchlorid nachgewiesen wurden. Da die Hornhautnerven in physiologischer und pathologischer Beziehung von grosser Wichtigkeit sind, so schildere ich das Verhalten derselben etwas ausführlicher.

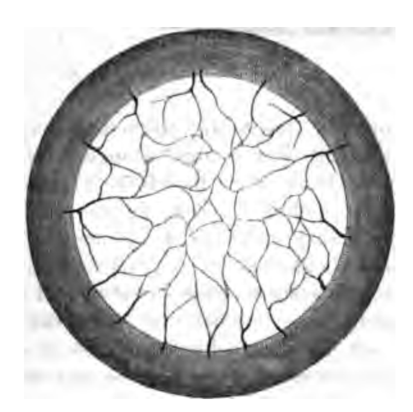


Fig. 457.

Nerven der vordern Hornhautfläche oder der *Conjunctiva corneae*. Es zerfällt diese Nervenverästelung in zwei Elemente, 1) die Ausbreitung in der *Substantia propria corneae* und 2) die Nervenendigungen im vorderen Epithel. Die Ausbreitung in der eigentlichen Hornhaut zeigt das Eigenthümliche, dass die sie bildenden Stämmchen alle gegen die vordere Hornhautfläche zustreben, auf diesem Wege zahlreich sich verästeln und mit ihren Aesten und Zweigen ein zusammenhängendes Geflecht bilden (Fig. 458), dessen feinste Theile dicht unter der *Elastica anterior* ihre Lage haben. Auch dieser oberflächlichste von mir zuerst gesehene (Mikr. Anat. II. 2 S. 622—627) und dann von *His* und *Sämisch*

Fig. 457. Nerven der Hornhaut des Kaninchens in ihren gröberen Verzweigungen. So weit die Stämme noch dunkel gezeichnet sind, haben sie dunkelrandige Primitivröhren.

genauer beschriebene *Plexus* besteht, wie ich mit *Hoyer* und *Cohnheim* finde, wie die gröberen Geflechte aus denen derselbe sich bildet vorzugsweise aus Anastomosen grösserer und kleinerer Bündel von blassen feinsten Nervenfasern (Axencylindern ?), die an Goldpräparaten zierlich varicös erscheinen. Ob auch Verbindungen einzelner Nervenfasern in diesem Netze sich finden, wie ich solche früher annahm, ist mir jetzt zweifelhaft geworden, doch bin ich auch nicht im Stande, diese Frage bestimmt zu verneinen, indem in dem Geflechte auch ziemlich viele feinste Fäserchen vorkommen, die untereinander sich verbinden, von denen nicht immer zu zeigen ist, dass sie noch kleine Bündelchen darstellen. — Alle gröberen Zweige dieses *Plexus* zeigen eine kernhaltige Nervenscheide und glaube ich eine solche auch in den feinsten Elementen desselben annehmen zu dürfen, da ich an den in das Epithel dringenden Ausläufern an Essigsäurepräparaten eine Scheide bestimmt gesehen. Ausserdem verdient noch Erwähnung, dass schon die dunkelrandigen Elemente dieser Nervenausbreitung am Rande der Hornhaut hie und da Theilungen darbieten, und dass solche mit *Cohnheim* auch an den marklosen Nervenfasern angenommen werden müssen, weil die Zahl solcher Fasern in den feineren Theilen des *Plexus* die der dunkelrandigen Fasern in den Stämmen um vieles übertrifft.

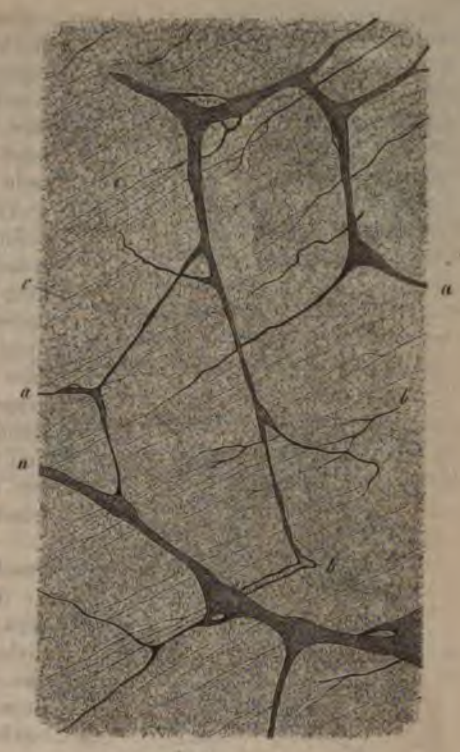


Fig. 458.

Von dem oberflächlichen *Plexus* der Hornhautsubstanz erheben sich nun hie und da einzelne Zweigelchen und steigen theils senkrecht, theils schief gegen die *Elastica anterior*, die sie unverästelt und geraden Laufes durchbohren. Diese



Fig. 459.

Fig. 458. Ein Theil der oberflächlichsten Hornhautlagen des Kaninchens mit durchscheinenden tiefsten Epithelzellen. Goldpräparat. 250 mal vergr. *a.* Plexusbildende Nervenzweige, *b. Rami perforantes*, *c.* Subepitheliale Nervenausbreitung.

Fig. 459. Aeusserster Theil eines senkrechten Schnittes der Hornhaut des Kaninchens ohne Epithel. Mit verdünnter Essigsäure behandelt und 400 mal vergr. *a.* Aeussere Grenzfläche der *Lamina elastica anterior*, *b.* oberflächlicher Nervenplexus, von welchem aus 3 *Rami perforantes* aufsteigen.

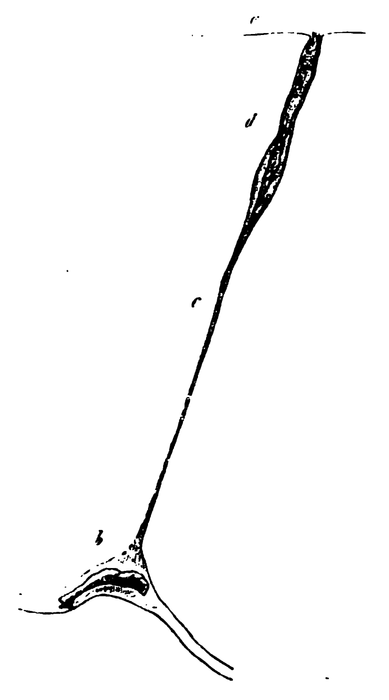


Fig. 460.

»*Rami perforantes*« stellen, wie *Hoyer* mit Recht angibt, beim Kaninchen scheinbar sehr eigenthümliche Bildungen dar, die nach Anwendung sehr verdünnter Essigsäure durch ihre Breite und ihr dunkles Ansehen ganz an markhaltige Nervenröhren erinnern. Und zwar sieht man oft eine feinste blasse Faser des oberflächlichen *Plexus*, die ein einfacher Axencylinder zu sein scheint, in eine solche stab-, spindel- oder leicht keulenförmige Anschwellung übergehen, deren Länge 20—90 μ, und deren Breite 2—4 μ beträgt. Nach Anwendung von Goldchlorid ergibt sich bestimmt, dass diese vielleicht markhaltigen Anschwellungen wenn nicht alle doch in der Mehrzahl Bündel von blassen Axencylindern darstellen, und finden sich vielleicht gerade an diesen Stellen Theilungen von Axencylindern in Bündel feinster Fäden.

Nachdem die *Rami perforantes* die *Elastica* durchbohrt haben, bilden sie zunächst, indem sie die Richtung ihres Verlaufes plötzlich ändern, eine horizontal zwischen den tiefsten Epithelzellen und der *Elastica* liegende Ausbreitung, das subepitheliale Endnetz (*Cohnheim*). Beim Kaninchen besteht dasselbe aus sehr zahlreichen, in der Richtung der Radien der Hornhaut verlaufenden parallelen, feinsten, varicösen Axencylindern (Fig. 458) ohne Spur von Nerven-

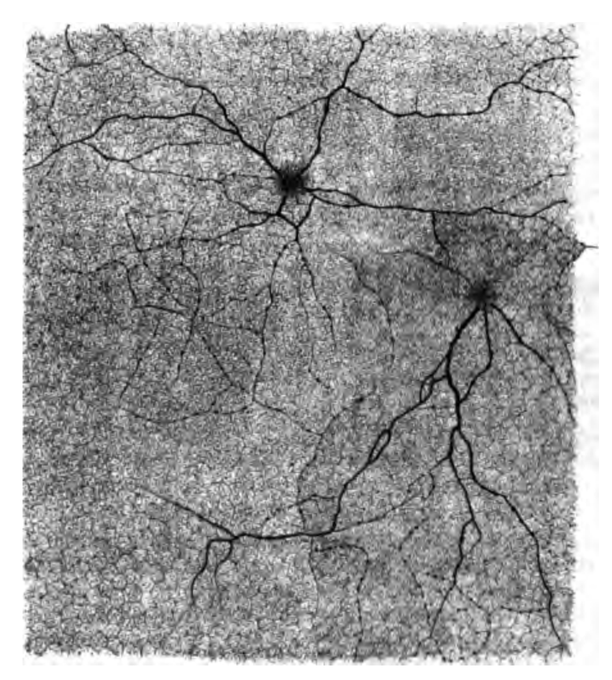


Fig. 461.

Fig. 460. Ein *Ramus perforans* der Hornhautnerven des Kaninchens nach Behandlung mit verdünnter Essigsäure. Vergr. 570. *a.* Grenze der *Lam. elastica anterior*, *b.* ein kernhaltiger Theil des Nervenplexus, *c. Ramus perforans*, *d.* scheinbar markhaltige, kolbenartige Anschwellung desselben, aus deren Ende an der Oberfläche der *Lamina elastica* einige feine Fäserchen (Axencylinder) hervorstehen.

Fig. 461. Ein Theil des subepithelialen *Plexus* der Hornhaut des Meerschweinchens. Vergr. 350. Man sieht die Basalflächen der tiefsten Epithelzellen. Die Stellen, wo die Nervenfädchen des *Plexus* sternförmig zusammenlaufen, bezeichnen die nicht im *Focus* befindlichen Enden der *Rami perforantes*.

scheiden und Kernen, die meist in grösseren und kleineren Zügen mit nervenfreien Stellen dazwischen verlaufen, doch so, dass jedes Nervenfäserchen für sich zu verfolgen ist. Diese Fäserchen sind die unmittelbaren Fortsetzungen der durchbohrenden Nervenzweige, die aus der *Elastica* herausgetreten sofort in Büschel einzelner Axencylinder sich auflösen und mit diesen in der Richtung gegen die Mitte der Hornhaut weiter ziehen. Anastomosen finden sich beim Kaninchen an diesen Fäserchen nicht viele und ist der Name Geflecht für diese Nervenausbreitung eigentlich wenig passend. Anders verhält sich die Sache beim Meerschweinchen, indem hier die Axencylinder auf's reichlichste unter einander zu anastomosiren scheinen (Fig. 461). Auch haben hier die Endbüschel der *Rami perforantes* mehr Sternform, während sie beim Kaninchen mit Pinseln sich vergleichen lassen. — Beim Menschen verhält sich das *Rete subepitheliale* wesentlich wie beim Kaninchen und besteht vorzugsweise aus parallelen Nervenfäserchen, zwischen denen jedoch etwas zahlreichere Anastomosen vorzukommen scheinen.

Von dem subepithelialen Netze erheben sich nun, wie *Cohnheim* richtig meldet, als Endausläufer und Seitenäste seiner Fäserchen in grosser Zahl senkrecht im Epithel aufsteigende Fädchen, welche, nachdem sie zwischen den tiefsten senkrecht stehenden Epithelzellen einfach hindurch getreten sind, in sehr wechselnder Weise zwischen den oberflächlichen platten Epithelzellen sich verbreiten (Fig. 462). Die Regel ist, dass diese Endfasern über den senkrechten Zellen zu wiederholten Malen sich theilen und mit ihren Aesten immer mehr in eine wagerechte Richtung sich umbiegen, um endlich auf grössere oder kleinere Entfernungen zwischen den äussersten Lagen ganz platter Zellen vollkommen horizontal zu verlaufen. Auch an diesen

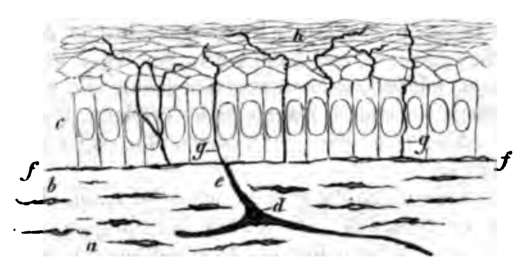


Fig. 462.

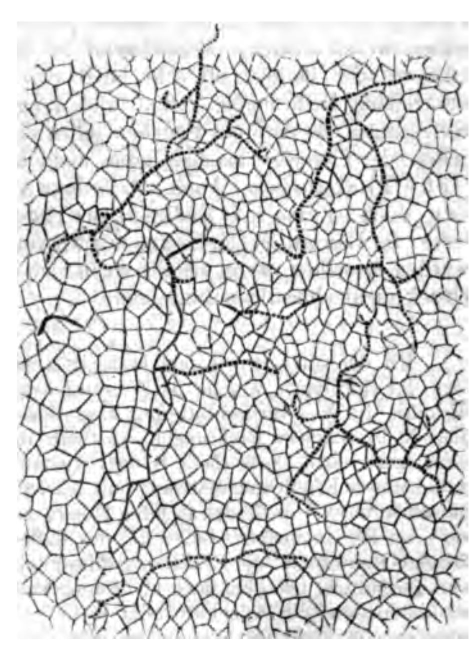


Fig. 463.

Fig. 462. Senkrechter Durchschnitt der vordersten Theile der Hornhaut des Kaninchens nach Behandlung mit Chlorgold. 400mal vergr. *a*. Hornhaut mit ihren Bindegewebskörperchen, *b*. *Lam. elastica anterior*, *c*. Epithel, *d*. ein Theil des oberflächlichen Nervenplexus der *Cornea propria*, *e*. ein die *Lamina anterior* durchbohrender Ast, der in den subepithelialen *Plexus ff*. sich auflöst, welcher an senkrechten Schnitten nur undeutlich zur Anschauung kommt, *g*. freie Axencylinder, die von diesem *Plexus* aus in das Epithel sich erheben und mit mehr horizontalen Verästelungen *h* zwischen den oberflächlichen Epithelzellen enden.

Fig. 463. Corneaepithel des Kaninchens mit Chlorgold, von der äusseren Fläche gesehen. 400mal vergr. Man sieht undeutliche Umrisse der tiefsten, senkrecht stehenden Epithelzellen, und darüber die zwischen den oberflächlichen, nicht dargestellten platten Zellen gelegenen letzten Enden der freien Axencylinder.

Endfasern kommen noch, obschon wie mir schien, nicht häufig, scheinbare Anastomosen vor und was ihre letzte Endigung betrifft, so läuft jedes Aestchen frei, an Goldpräparaten oft mit einer kleinen Anschwellung aus, in der Art, dass die Enden meist noch von der äussersten Zellenlage gedeckt sind und höchstens hie und da zwischen einzelnen Zellen die Oberfläche des Epithels erreichen, ohne aus demselben heraus zu treten, wie *Cohnheim* angibt, der einen Theil dieser Enden frei in der Flüssigkeit, die die *Cornea* benetzt, enthalten sein lässt. — Von der Fläche gesehen (Fig. 463) erscheinen die Endfasern im Epithel als zierliche drei-fünfstrahlige Sterne von sehr unregelmässiger Gestalt und mit einer verschiedenen Zahl von Theilungen an ihren Strahlen und was ihre Zahl anlangt, so liegen dieselben so dicht, dass die einzelnen Sterne fast immer mit ihren Enden etwas ineinander eingreifen und keine grösseren nervenfreien Stellen gefunden werden. — Beim Menschen ist es mir ebenfalls gelungen die Endfasern in ihrem Aufsteigen zwischen den tieferen Epithelialzellen und in ihrem horizontalen Verlaufe in den oberen Lagen wahrzunehmen, doch waren, da mir keine ganz frischen Augen zu Gebote standen, die Präparate nicht so vollkommen, wie die von Säugern, und bin ich vorläufig nicht im Stande eine specielle Schilderung ihres Gesammtverhaltens zu entwerfen.

Ausser den in das Epithel eintretenden Nerven kommen möglicherweise auch im Innern der Hornhaut, ja selbst in den vorderen Lagen dieser Haut, Nervenendigungen vor und habe ich in der That beim Kaninchen, obschon selten, von dem *Plexus* feinste Fädchen abgehen sehen, die weder in das Epithel, noch auch zum Anschlusse an andere Zweige sich verfolgen liessen, sondern frei zu enden schienen.

Nerven der hinteren Hornhautlagen an der *Membrana Demoursii*.

Im vorigen Jahre habe ich beim Kaninchen auch in diesen Theilen der Hornhaut Nerven gefunden, die bisher bei Säugern als gänzlich nervenlos galten. Von den bekannten Stämmchen der Hornhautnerven gehen in der Nähe des Randes der Hornhaut da und dort kleine Zweige rückwärts gegen die concave Fläche der Membran. Diese lösen sich bald in einzelne feinste varicöse Axencylinder auf, die in horizontalem Verlaufe theils dicht an der *Elastica posterior*, theils in geringer Entfernung von derselben weiter ziehen. Bezeichnend ist für diese Fädchen ihr gerader Verlauf auf kürzere oder längere oft sehr lange Strecken in zwei unter rechten Winkeln sich kreuzenden Richtungen (radial und tangential), dann die häufigen rechtwinkligen Knickungen, so dass ein Fädchen selbst eine Umbiegung von der Gestalt eines Rechteckes oder Viereckes machen kann, endlich da und dort allem Anscheine nach wirkliche Theilungen. Auch netzförmige Anastomosen scheinen hie und da vorzukommen, doch ist eine freie Endigung der Fädchen innerhalb der *Cornea* selbst die gewöhnliche. Im Ganzen ist die Menge der Nerven an der *Demoursiana* nicht gross, immerhin würden dieselben, wenn sie allgemein sich fänden, als Messorgane für den intraoculären Druck nicht ohne Bedeutung sein.

Mit der von mir seit dem Jahre 1852 vorgetragenen Ansicht über den Bau der Faserlage der Hornhaut, welche im Wesentlichen die *Bowman*'s ist, stimmt die so ziemlich überein, die *His* vertheidigt, nur dass dieser Forscher die platten Bündel als gleichartige, aber in bestimmten Richtungen spaltbare Intercellularsubstanz ansieht. *Henle* dagegen lässt immer noch (*Splanchnol.* S. 600) wie früher die Hornhaut aus getrennten Lamellen von unbekannter Flächenausdehnung und 5 μ Dicke bestehen, nur dass er jetzt zugibt, dass dieselben unter Umständen in feine Fasern zerfallen. Diese Lamellen sind nach ihm durch eine Art Kitt aneinander befestigt, der stellenweise fehlt, und hier finden sich dann spaltförmige Hohlräume, die Ernährungsflüssigkeit und, jedoch nicht beständig, je einen Zellenkern enthalten, von dem noch nicht ausgemacht sei, ob er einer die Wand des Hohlraumes auskleidenden Zelle angehöre oder nicht. — Wie *Henle* dazu kommt, bei dieser Auffassung sich der Hoffnung hinzugeben, dass die allgemeine Anerkennung des lamellösen Baues der Hornhaut in seinem Sinne nicht mehr allzufern sei, ist mir nicht recht verständlich.

Diese Anerkennung würde allerdings nicht ausbleiben, wenn es *Henle* gelänge, seine selbständigen Lamellen für sich darzustellen, oder den vermeintlichen, »den Lösungsmitteln der eiweissartigen und leimgebenden Substanzen widerstehenden« Kitt zu isoliren; so lange jedoch diess nicht geschehen ist, wird es erlaubt sein, aus den bekannten Thatsachen auf platte, anastomosirende, in verschiedener Richtung verlaufende Fibrillenbündel zu schliessen. Allen, dieser Auffassung nicht Zugeneigten, empfehle ich die Erwägung der bündigen, schon von *Bowman* gegebenen Schilderung (*Lectures on the eye*, pag. 11 und 12, meine Mikr. Anat. II. 2. S. 614), der ich nichts Besseres an die Seite zu stellen weiss, ausserdem verweise ich dieselben auf die Untersuchungen der Hornhaut im polarisirten Lichte durch *His*, die unwiderleglich darthun, dass die *Cornea* aus schmäleren, platten Bündeln von einer gewissen Dicke besteht, die in verschiedenen Richtungen sich kreuzen. Zwar haben *Dornblüth* und *Langhans* diese letzteren Ergebnisse angezweifelt, jedoch ohne triftige Gründe, und bemerke ich, mit Rücksicht auf die Einwürfe dieser Autoren, noch besonders, dass *His* nirgends angibt, dass Schnitte in allen Richtungen stets dieselben Bilder im polarisirten Lichte geben. Endlich bemerke ich noch, dass die älteren und neueren Einspritzungsversuche der Hornhaut durch einen Einstich von *Bowman* bis auf *v. Recklinghausen* auch sehr entschieden gegen die Annahme eines einfach blätterigen Baues derselben sprechen, indem niemals grössere spaltenförmige Räume sich füllen (siehe *v. Recklinghausen*, die Lymphgefässe, p. 51).

In Betreff der Hornhautkörperchen ist es erfreulich zu sehen, dass jetzt eine Verständigung sich anbahnt, indem *Langhans* diese Gebilde nun ganz im Sinne von *Virchow* und *His* auffasst und selbst für sich dargestellt hat und auch *Henle* in neuester Zeit (*Splanchnologie*) denselben sich geneigter zeigt. Ein vortreffliches Mittel, um diese Gebilde prachtvoll sichtbar zu machen, hat *His* entdeckt, und zwar die Behandlung mit verdünnten Lösungen von salpetersaurem Silberoxyd, mit welcher Bemerkung die grossen Verdienste von *v. Recklinghausen* um die Einführung der Versilberung als eines allgemeinen Verfahrens bei histologischen Untersuchungen keineswegs angetastet werden sollen (man vergl. *v. Recklinghausen*, in *Virch.* Arch. XIX. S. 451; XXVII. S. 419 und die Lymphgefässe etc. S. 4; ferner *His*, Histologie der *Cornea*, S. 67; *Virch.* Arch. XX. S. 207; Zeitschr. f. wiss. Zool. XIII. S. 472, und bemerke ich noch, dass ich die *His*'schen Präparate versilberter Hornhautzellen seit 1858 kenne). Bei Anwendung des Höllensteins erhält man zuerst Silberniederschläge in der Fasersubstanz der Hornhaut, so dass die Zellen als schöne, helle Sterne sichtbar werden. Legt man nun eine solche Hornhaut in eine Kochsalzlösung, so wird die Grundsubstanz wieder hell, während das Silber im Innern der Zellen sich ablagert, und erhält man nun schwarze Sterne und Netze auf hellem Grunde. *His* hat mit Silber gefüllte Zellen auch für sich frei dargestellt und so von Neuem den Beweis geleistet, dass dieselben besondere und zwar mit Höhlungen versehene Körper sind. Den besten Beweis dafür, dass die sternförmigen, reichlich verästelten und anastomosirenden Hornhautkörper, wie wir sie seit *Virchow*, *Strube* und *His* kennen, natürliche Bildungen sind, liegt in dem Umstande, dass dieselben, wie *His* zuerst gezeigt hat (*Cornea*, S. 21, 22), auch an Schnitten der ganz frischen Hornhaut, ohne Zusatz von Reagentien, mit allen ihren Ausläufern aufs Zierlichste sichtbar sind, Erfahrungen, die später *Kühne* (Das *Protoplasma*, S. 125), *v. Recklinghausen* (*Virch.* Arch. XXVIII. S. 171, 176) und *Engelmann* insofern bestätigten, als sie die Zellen theils an einfach mit *Humor aqueus* befeuchteten ganzen Hornhäuten vom Frosche und von Säugern mit und ohne Anwendung der feuchten Kammer erkannten. Ausserdem ist nun noch zu erwähnen, dass die Zellen durch Maceration in starken Säuren mit allen ihren Ausläufern sich für sich darstellen lassen (*His*), sowie, dass sie durch Behandlung mit Chlorgold, wie *Cohnheim* und *ich* gefunden, aufs schönste zur Anschauung kommen.

Kann nun auch das Vorkommen sternförmiger, durch zahlreiche Ausläufer verbundener kernhaltiger Zellen in der Hornhaut als hinreichend gesichert angesehen werden, so sind doch noch nicht alle Fragen, die an diese Zellen sich knüpfen, als gelöst zu bezeichnen, und handelt es sich besonders noch darum, ob diese Zellen oder die Hornhautkörperchen besondere Membranen haben, und ob die Lücken der Grundsubstanz der Hornhaut, die sie einschliessen, als besondere Hohlräume aufzufassen seien oder nicht. In seiner ausgezeichneten Untersuchung über die Lymphgefässe hat *v. Recklinghausen* die auch an andern Orten von ihm gefundenen Saftcanälchen ebenfalls aus der *Cornea* beschrieben. Diese durch Injectionen nachzuweisenden Canälchen verlaufen nach ihm bei den einen Thieren

in Bündeln einander parallel und sich kreuzend wie die *Corneal tubes* von *Bowman*, während sie bei andern dichte Netze bilden, deren Canäle beim Meerschweinchen durchschnittlich die doppelte Weite eines Froschcapillargefässes haben, beim Menschen viel schmäler sind. In diese »Saftcanälchen«, an denen keine Membranen sich nachweisen liessen und die auch nicht für sich darstellbar waren, verlegt nun *v. R.* die Zellen der Hornhaut, die er als unregelmässig gestaltete Körperchen schildert, die keine Verbindungen unter einander eingehen und bald mehr rundlich, bald, bei galvanischer Reizung, sternförmig erscheinen. — Die Bedeutung dieser Saftcanälchen anlangend, so ist *v. R.* offenbar geneigt, dieselben als dem Lymphsysteme angehörig anzusehen, da es ihm gelang, die Verbindung derselben mit verästelten Stämmen nachzuweisen, von denen die stärksten am Hornhautrande Nervenstämmchen einschlossen, doch ist allerdings hervorzuheben, dass er in dieser Beziehung eines bestimmten Endurtheiles sich enthält.

Diese Aufstellungen von *v. R.* wurden bald durch eine Reihe neuerer Untersuchungen, unter denen vor allem die von *His* (Schweiz. Zeitschr. f. Heilk. II.), *v. Recklinghausen* selbst (*Virch.* Arch. XXVIII) und *Engelmann* (*Cornea*) Erwähnung verdienen, erweitert und in ein bestimmtes Licht gestellt, wobei sich folgendes ergab.

1) Die beweglichen Zellen der Hornhaut sind nicht die eigentlichen sternförmigen Hornhautzellen, wie *v. Recklinghausen* und *Kühne* zuerst annahmen, vielmehr nach *v. R.*'s eigenen Ermittelungen besondere, kleinere Zellen, an denen selbst Ortsveränderungen wahrgenommen wurden. Diese »wandernden Zellen« finden sich sowohl beim Frosche als bei Säugern, sind mit Bezug auf ihre Herkunft noch nicht mit Bestimmtheit abzuleiten und schliessen sich an ähnliche in Bindesubstanzen schon früher von *mir* und auch von *v. R.* beobachtete bewegliche Zellen an (s. §. 16).

2) Mit Bezug auf die Hornhautkörperchen hat nun *v. R.* zugegeben, dass dieselben neben freien auch anastomosirende Ausläufer besitzen; auch hat er jetzt durch starke Schwefelsäure ihre Netze isolirt wie *His*. Auf der andern Seite ist *v. R.* aber doch noch nicht davon überzeugt, dass diese Zellen die von ihm injicirten Saftcanälchen vollständig erfüllen und macht besonders geltend, einmal, dass die durch Schwefelsäure isolirbaren Gebilde möglicherweise z. Th. in den Saftcanälchen erzeugte Niederschläge seien, und zweitens, dass die durch Versilberung sichtbar werdenden Netze von Zellenausläufern viel reichlicher seien, als man sie sonst wo an den Zellen sehe, und dass demnach die Hornhautkörperchen nur z. Th. diesen Netzen entsprechen. — Beide diese Einwürfe können jedoch wohl kaum als begründet angesehen werden, denn im ersteren Falle hat ja *v. R.* nicht nachgewiesen, dass ein Ueberschuss von Schwefelsäure einen Theil der dargestellten Anastomosen löse, wie diess nach ihm mit den durch Schwefelsäure in *Serum* oder Transsudaten entstandenen Gerinnungen geschicht, und zweitens ist durch die nicht unschwer zu bestätigenden Erfahrungen von *His* (s. a. *Engelmann*, l. c.) hinreichend dargethan, dass die Zellenfortsätze der Hornhaut des Frosches nicht »sparsam verästelt« sind, wie *v. R.* sie bezeichnet, sondern auch an frischen Hornhäuten genau in derselben Reichhaltigkeit zu erkennen sind wie durch Silber.

3) *v. Recklinghausen* hält auch in seiner neuesten Mittheilung noch an den Saftcanälchen fest; es wird jedoch auch bei dem besten Willen seine erste Aufstellung nur in einer sehr beschränkten Weise sich retten lassen. Für ganz ausgemacht halte ich es, dass die Hornhautkörperchen einer normalen Hornhaut die Lücken in der Grundsubstanz, die sie enthalten, ganz erfüllen und dass sonach kein Grund vorliegt, diese Lücken besonders zu bezeichnen. Hiermit soll jedoch nicht gesagt sein, dass diese Lücken sich nicht injiciren lassen oder dass nicht auch unter andern Umständen fremde Elemente unter theilweiser Verdrängung der Hornhautzellen in sie einzutreten im Stande seien, wie diess in der That auch *Engelmann* von den wandernden Zellen gesehen hat. Ferner scheinen mir auch in den »*Corneal tubes*« von *Bowman* enthaltene Bildungen, wie Vibrionen, die in abgestorbenen Hornhäuten sich entwickeln (l. c. pag. 196), mit Unrecht hier herbeigezogen worden zu sein.

Wenn nun aber auch die Hornhautzellen überall dicht vom Hornhautgewebe umschlossen sind und ein Netz von Canälchen, das nur stellenweise die Zellen enthielte, nicht angenommen werden kann, so wäre es doch immer noch möglich, dass die die Zellen enthaltenden Räume eine besondere Membran als Auskleidung besässen, die in demselben Verhältnisse zu den Zellen stünde, wie nach *Neumann* die Knochenkapseln zu den Knochenprotoblasten oder Knochenzellen (s. oben §. 85, bes. S. 190, 191), mit andern

Worten, als eine äussere Abscheidung der Hornhautkörperchen anzusehen wäre. Die Entscheidung wird erst von Versuchen, wie sie *Neumann* an den Knochen und Zähnen anstellte, zu erwarten sein; immerhin scheint mir eine Beobachtung von *v. R.* schon jetzt für eine solche Membran zu sprechen, obgleich *v. R.* selbst diess in Abrede stellt. Eine 4% Lösung von phosphorsaurem Natron nämlich bewirkt nach *v. R.* ein Zurückziehen der Ausläufer der Hornhautzellen. Macerirt man nun eine solche Hornhaut in Schwefelsäure, so isolirt sich dasselbe Netzwerk, wie in einer frischen Hornhaut, aber in den breiten Knotenpuncten liegt das scharf umschriebene Hornhautkörperchen, während die übrigen Theile des Netzes blass erscheinen. Was liegt näher, als hier an ähnliche Verhältnisse wie bei den Knorpel- und Knochenkapseln zu denken, bei denen der Inhalt oder der Protoblast auch von der umschliessenden Wand sich zurückziehen kann, und wird, wie mir scheint, eine weitere Untersuchung der Hornhautzellen nach dieser Seite sich kaum unfruchtbar erweisen.

Wenn auch dem Gesagten zufolge keine Saftcanäle in der Hornhaut sich finden, die zu den Zellen in Beziehung stehen, so lassen sich doch die *Corneal tubes* von *Bowman* in diesem Sinne deuten, und sind ein bedeutender Theil der von *v. R.* injicirten Canäle nichts anderes. *Bowman* selbst hält dieselben für künstliche Erweiterungen von natürlichen Zwischenräumen, die im Leben nur eine unmerkliche Menge von Feuchtigkeit enthalten, welcher Auffassung ich schon in der 1. Auflage dieses Handbuches mich angeschlossen habe und die auch *Engelmann* zu der seinen gemacht hat, indem er die Flüssigkeitslage zwischen den Fibrillen eine nicht messbare nennt. Wie viel Flüssigkeit in diesen Spalträumen sich finden mag, ist übrigens, wie leicht begreiflich, schwer zu entscheiden, um so mehr, da dieselbe unter verschiedenen Verhältnissen sicherlich in wechselnder Menge da sein muss. Dagegen geht *Leber* wohl sicherlich zu weit, wenn er die *Bowman*'schen Interstitien für Lymphräume mit einer besonderen Membran erklärt, weil er nach Injection mit gefärbtem Terpentinöl dieselben zu isoliren vermochte, und weil von ihnen aus die Masse in die Lymphgefässe der Conjunctiva übertrat. — In Betreff eigenthümlicher Netze von canalartigen Gebilden, die vielleicht zu Lymphgefässen in Beziehung stehen, vergl. man die Arbeit von *Sämisch*.

Die Lehre von den Hornhautnerven ist durch die wichtigen Entdeckungen von *Hoyer* und *Cohnheim* in ein ganz neues Stadium getreten, und wurden die ersten Mittheilungen dieser Forscher bald von *mir*, *Cohnheim* selbst und *Engelmann* erweitert. Ich habe *Cohnheim*'s grosse Verdienste um diese Angelegenheit bereitwillig anerkannt und die Puncte, in denen er anfänglich geirrt hatte, ganz objectiv besprochen, um so mehr muss ich den Ton rügen, den *Cohnheim* in seiner grössern Arbeit mir gegenüber angeschlagen hat. Ein solches Benehmen wäre selbst dann unpassend, wenn ich mich getäuscht hätte; da jedoch *Cohnheim* sich genöthigt gesehen hat, in allen Differenzpuncten auf meine Seite zu treten, so war dasselbe auch unklug.

Trotz der gemachten Fortschritte sind mehrere Beziehungen der Hornhautnerven noch nicht genügend erkannt, und mache ich noch auf Folgendes aufmerksam. Die freien Enden der Epithelnerven, die in der die *Cornea* benetzenden Feuchtigkeit» flottiren« (*Cohnheim*), hat *Engelmann* so wenig wie ich zu bestätigen vermocht, und verdienen die Angaben dieses Forschers um so mehr Beachtung, als demselben einmal der schöne Nachweis gelungen ist, dass die Nervenenden im Corneaepithel auch an ganz frischen Hornhäuten wahrzunehmen sind, und zweitens *E.* auch durch physiologische Versuche die Unwahrscheinlichkeit dargethan hat, dass die Nervenenden über die Oberfläche der Hornhaut hinausragen. Ich habe mit Sicherheit nur Nervenenden innerhalb des Epithels gesehen, die *Cohnheim* früher übersehen hatte, aber jetzt zugibt.

Eine besondere Beachtung verdient die Hornhaut des Frosches, weil *Kühne* hier gefunden zu haben behauptet, dass die Nerven durch die ganze Hornhaut mit den Hornhautzellen zusammenhängen. *Cohnheim* hat in seiner ersten Mittheilung »diese Angaben in jeder Hinsicht bestätigen zu müssen« erklärt, obgleich schon *Hoyer* auch hier Nervenfäden beschrieben hatte, welche, die Hornhaut durchbohrend, in das vordere Epithel eintreten. Hierauf wurde von mir für den Frosch wesentlich dieselbe Endigungsweise wie für die Säuger nachgewiesen, und haben sich dann auch *Engelmann* und *Cohnheim* in seiner grössern Arbeit meinen Angaben ganz angeschlossen.

Das genauere Verhalten der Hornhautnerven ist folgendes. Von dem bekannten, in den tiefen Lagen der Hornhaut befindlichen, sehr reichen *Plexus* feinerer und gröberer

Zweige (*Sämisch, Kühne, Hoyer*) erheben sich da und dort feinere oder gröbere Zweigelchen, die nach kürzerem oder längerem Verlaufe der vorderen Fläche der Hornhaut zustreben und endlich, diese durchbohrend, in das Epithel eintreten. Diese »*Rami perforantes*« sind sowohl an Essigsäure- als an Goldpräparaten leicht zu erkennen, und wenn auch nicht sehr zahlreich, doch reichlich genug. An einem prachtvollen Goldpräparate habe ich an etwa einem Drittheile der Hornhaut 67 solcher Nerven gezählt (Fig. 464), und

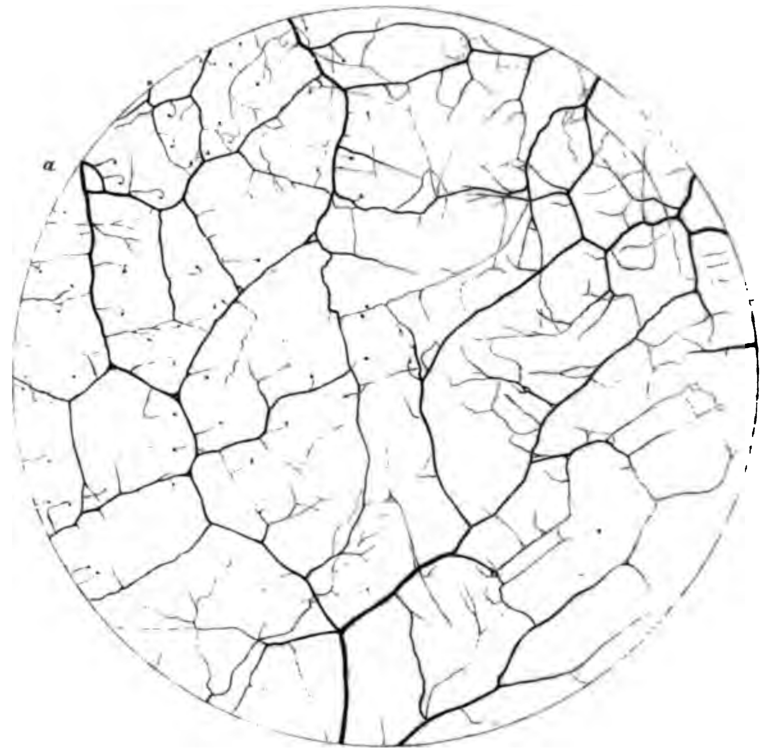


Fig. 464.

ergab sich bei dieser genauen Untersuchung auch, dass eine bedeutende Zahl *Rami perforantes* für sich allein am Rande der Hornhaut eintreten und mit dem grossen *Plexus* dieser Membran nicht zusammenhängen, was auch *Engelmann* so gesehen hat. Aus diesen Zweigen entwickelt sich, wie bei Säugern, eine subepitheliale Ausbreitung, die der des Kaninchens ähnlich ist, nur dass Anastomosen der einzelnen Fäden häufiger sind (*Cohnheim* findet mehr sternförmige Endbüschel mit Anastomosen), und von diesem Netze, welches jedoch, wie *Engelmann* an frischen Hornhäuten gefunden zu haben glaubt, keine wirklichen Anastomosen von Axencylindern enthält, erheben sich dann Endfäden in das Epithel, die, wie bei Säugern, zwischen den platten, äussern Epithelzellen frei enden und nicht an die Oberfläche der Hornhaut treten, womit auch *Cohnheim* sich einverstanden erklärt.

Ausser diesen Nerven der *Conjunctiva cornea* enthält die Hornhaut des Frosches noch eine sehr reiche und eigenthümliche Nervenausbreitung, die ich als Nerven der hin-

Fig. 464. Die ganze Hornhaut des Frosches, vergrössert, mit naturgetreuer Darstellung aller gröberen Nervenverzweigungen. In beiläufig einem Drittheile der Haut sind alle *Rami perforantes*, die durch eine knopfartige Verdickung ihres Endes deutlich gemacht sind, eingezeichnet, und stammen solche auch zahlreich von feineren Fäden, die am Rande eintreten und nicht in den grossen *Plexus* übergehen.

teren Hornhautlagen bezeichne. Es sind diess die Nerven, von denen *Kühne* behauptet, dass sie mit den Hornhautzellen zusammenhängen, ein Verhalten, von dem ich jedoch nirgends mit Sicherheit mich zu überzeugen vermochte. Da Nervenfädchen und Zellenausläufer an hundert und hundert Stellen sich kreuzen, so hat es zwar oft den Anschein, als ob beide da und dort zusammenhingen, bei möglichst genauer Untersuchung findet man jedoch immer und immer wieder, dass die beiderlei Elemente nur aneinander vorbeigehen, und finden sich nur wenig Fälle, in denen eine bestimmte Entscheidung nicht zu geben ist. Da das Gold die Nervenfädchen in der Regel schwarz, die Zellenausläufer dagegen in der Regel nur grau oder grauschwarz färbt, so ist die Entscheidung um so leichter. Ferner beachte man, 1) dass in den vordersten Lagen der Hornhaut, die auch sternförmige Zellen enthalten, gar keine andern Nerven als die *Rami perforantes* für das Epithel sich finden, 2) dass sehr viele Zellen in den hintern Lagen der *Cornea* ganz bestimmt in allen ihren Ausläufern zu übersehen sind, 3) endlich, dass die meisten feineren Nerven der hinteren Hornhautlagen in einer so eigenthümlichen Weise verlaufen, dass die Annahme einer Verbindung derselben mit den Zellen wenig Wahrscheinlichkeit für sich hat. Es ziehen nämlich diese Nerven auf sehr lange Strecken ganz gerade dahin und hängen durch meist rechtwinklig abgehende Ausläufer unter einander zusammen, so dass sie ein grobmaschiges Gitterwerk erzeugen. Genauer bezeichnet verlaufen die meisten dieser Nerven radial und tangential oder in Richtungen, die diesen beiden sich nähern. Dieselben stammen theils von dem gröberen Nervenplexus, theils treten sie am Rande der Hornhaut als feine Fädchen ein, deren Abgang von gröberen Zweigen nicht nachzuweisen ist. Ihrer Zusammensetzung nach sind viele dieser Nerven einzeln für sich verlaufende Axencylinder, einige Bündelchen von zweien oder dreien solcher, und was ihren weiteren Verlauf betrifft, so ist sehr leicht nachzuweisen, dass dieselben, und zwar auch die aus einem einzigen Axencylinder bestehenden, unter rechten Winkeln Aeste abgeben und durch solche da und dort unter einander sich verbinden, wogegen freie Enden mir nicht vorkamen, so dass ich das Ganze wesentlich für ein grobmaschiges, wirkliches Netz von Nervenprimitivfasern (Axencylindern) halte, welches durch feinere *Plexus* von Nervenbündelchen mit dem gröberen Hauptgeflechte der *Cornea* zusammenhängt. Der reichste Theil dieses Endnetzes und der Endgeflechte findet sich zwischen dem gröberen *Plexus* und der *Elastica posterior*, und zwar z. Th. dicht an dieser, der andere Theil unmittelbar vor dem gröberen *Plexus*. — *Engelmann* hält auch für diese Nerven das Vorkommen von wirklichen Anastomosen für zweifelhaft, und was ihre Enden anlangt, so schienen ihm dieselben theils frei auszulaufen, hie und da auch mit Hornhautzellen zusammenzuhängen, welche Angaben ein ganz anderes Zutrauen verdienen, als die Ergebnisse der offenbar sehr flüchtigen Untersuchung *Kühne*'s. *Engelmann* gibt auch an, dass einzelne Nervenenden, jedoch nur »äusserst wenige«, im vorderen Drittheile der Haut sich finden. — In dem Theile der *Conjunctiva bulbi*, welche beim Menschen etwas über den obern und untern Hornhautrand sich erstreckt, fand *W. Krause* in den nach *Manz* hier vorkommenden unregelmässigen Bindegewebsleisten einzelne Endkolben, wie sie sonst in der *Conjunctiva* sich finden (Anat. Unters. S. 42).

Die Blutgefässe der *Conjunctiva corneae* Gesunder sind sehr spärlich, und halte ich, was *Römer* (*Ammon*'s Zeitschr. V. 21. Tab. I. Figg. 9, 11) und *Arnold* (*Icon. org. sens.* II. Fig. 6) abbilden, für Ausnahmsfälle, dagegen können bekanntermaassen bei Entzündungen dieselben so sich entwickeln, dass sie die ganze oder fast die ganze Hornhaut überziehen, in welchem Falle Wucherungen der Hornhautzellen zur Weiterbildung der Gefässe dienen, worüber das Nähere in der trefflichen Arbeit von *His* nachzusehen ist. Ebenso scheinen auch die eigentlichen Corneagefässe in solchen Fällen weiter ins Innere sich hinein zu bilden. Ueber die *Vasa serosa corneae* siehe §. 208 und meine Mikr. Anat. II. 2. S. 624 flgde.

§. 218.

Gefässhaut, *Tunica vasculosa* oder **Traubenhaut**, *Uvea*. Die zweite Haut des Augapfels ist eine stark gefärbte, an Gefässen sehr reiche Haut, welche in einen grössern hintern Abschnitt, die **Aderhaut**, *Chorioidea*, und in einen kleinen vordern, die **Regenbogenhaut**, *Iris*, zerfällt.

Die *Chorioidea* erstreckt sich von der Eintrittsstelle des Sehnerven, wo sie eine ringförmige Lücke hat, jedoch mit dem Neurilem des Sehnerven zusammenhängt und als eine zarte siebförmige Lage (*Lamina cribrosa*) quer durch den Opticus hindurchzieht, als eine 75—150 μ dicke, leicht zerreissbare Haut bis in die Gegend des vordern Randes der *Sclerotica*, bildet hier einen dickeren Theil, das *Corpus ciliare*, und setzt sich dann unmittelbar in die *Iris* fort. Ihre äussere Fläche hängt nicht nur durch grössere Gefässe und Nerven, sondern auch sonst ziemlich innig an der *Sclerotica* an, so dass beim Blosslegen der *Chorioidea* immer ein Theil der Haut, bald mehr, bald weniger, als ein zartes braunes Gewebe an der *Sclerotica* haften bleibt. Diess ist die sogenannte *Lamina fusca et Suprachorioidea*, welche von der Aderhaut zu trennen und als besondere Haut zu beschreiben kein Grund vorhanden ist, wenn auch in manchen Fällen einzelne Pigmentzellen, wie sie in ihr sich finden, bis zwischen das Bindegewebe der harten Haut sich hineinerstrecken. Die innere Fläche der *Chorioidea* ist glatt und an der *Ora serrata* sehr fest, sonst nur locker mit der *Retina* verbunden, vor der *Ora serrata* dagegen und namentlich an den *Processus ciliares* sehr innig mit der *Pars ciliaris retinae* und der *Hyaloidea* (der *Zonula Zinnii*) vereint, so dass sie nie rein von derselben zu lösen ist.

Die Aderhaut besteht wesentlich aus zwei Theilen, einer gefässreichen äusseren mächtigeren Schicht, der eigentlichen Aderhaut und einer innern deutlich gefärbten Lage, dem schwarzen Augenpigment, welches wie meine embryologischen Untersuchungen gelehrt haben, aus der äusseren Lamelle der secundären Augenblase sich hervorbildet und somit eigentlich eher zur *Retina* gehört, doch lässt sich die erstere noch in drei, freilich durchaus nicht scharf abgegrenzte Unterabtheilungen sondern, nämlich: 1) in eine äussere braune weiche Lage, welche die Ciliarnerven und langen Ciliargefässe trägt und vorn den *Musculus ciliaris* enthält, die äussere Pigmentschicht (*Lamina fusca et Suprachorioidea*), 2) in die minder gefärbte eigentliche Gefässlage, mit den grösseren Arterien und Venen, und 3) in eine farblose zarte, ein äusserst reiches Capillarnetz enthaltende innere Lage, die *Membrana choriocapillaris*, die jedoch nicht weiter als die *Ora serrata* nach vorn sich erstreckt. — Bezüglich auf die die eigentliche *Chorioidea* bildenden Gewebe, so findet sich hier, abgesehen von den allerdings einen sehr bedeutenden Theil derselben ausmachenden Gefässen und Nerven und von dem *Musculus ciliaris*, ein eigenthümliches Gewebe, das ich nach meinem jetzigen Standpuncte mit dem *Reticulum* der Balgdrüsen vergleiche und zur einfachen Bindesubstanz stelle. In den äussern Theilen der Haut ist diese Grundlage (*Stroma*) von spindel- oder sternförmigen, sehr unregelmässigen, ganz blassen oder mehr weniger braun gefärbten, kernhaltigen Zellen, von 18—45 μ Länge gebildet, welche mit kürzeren und längeren meist sehr zarten (von 1 μ die feinsten), aber etwas starren und blassen Fortsätzen vielfach untereinander zusammenhängen und durch ihre grosse Menge ein häutiges und lockeres Gewebe darstellen, das in vielem an feinfaserige elastische Häute erinnert. Diese Zellennetze, die ich den Netzen der Bindegewebskörperchen anderer Orte, besonders denen im Labyrinthe des Gehörorganes an die Seite stelle, gehen in den innern Lagen der *Chorioidea* und besonders in der *Membrana choriocapillaris* nach und nach in ein wenig und dann gar nicht mehr gefärbtes, gleichartiges, kernhaltiges Gewebe über, das durch seine geringe Veränderlichkeit in Säuren und Alkalien vom Bindegewebe sich unterscheidet, und dicht am schwarzen Pigmente mit einem zarten, 1,3 μ dicken, für



Fig. 465.

Fig. 465. Zellen aus dem *Stroma* der *Chorioidea*. *a*. Gefärbte Zellen, *b*. farblose spindelförmige, *c*. Verbindungen der erstern, 350mal vergr. Vom Menschen.

sich darstellbaren glasartigen oder feinfaserigen Häutchen, das ich die elastische Lage oder Glashaut der *Chorioidea* nennen will, endet.

Ausser dem dichten Netze von Pigmentzellen enthält übrigens das *Stroma* der *Chorioidea*, wie ich schon in meiner Mikr. Anat. II. 2. S. 633 angab, auch eine gleichartige Zwischensubstanz, die ich jetzt als Bindesubstanz deute. So wird es dann begreiflich, dass bei Thieren die *Chorioidea* ächtes Bindegewebe enhalten kann (ich), welches nach *H. Müller* auch in der des Menschen nicht ganz fehlt und im *Corpus ciliare* ganz entwickelt sich findet. — Der letztgenannte Forscher hat in der Aderhaut des Menschen im Augengrunde auch glatte Muskeln aufgefunden, welche vorzüglich als schmale Seitenstreifen die Arterien begleiten, ausserdem aber auch hie und da zarte Geflechte zu bilden scheinen. Die elastische Lage überzieht nach *Bruch* und *H. Müller* auch die *Proc. ciliares*, und hat hier nach dem Letztern an ihrer innern Oberfläche eine Menge zum Theil zierlich angeordneter mikroskopischer Unebenheiten, die in ihrer Totalität das *Reticulum* des Ciliarkörpers (H. *Müller*) bilden.

Das von *Brücke* und *Bowman* fast gleichzeitig als wirklich musculös erkannte *Ligamentum ciliare* der Anatomen oder der *Musculus ciliaris* (*Bowman*) *s. Tensor chorioideae* (*Brücke*) (Fig. 453, *k*) ist eine ziemlich dicke Schicht von glatten Muskelbündeln, welche in der Richtung der Meridiane des *Bulbus* vom vordersten Rande der *Sclerotica* auf das *Corpus ciliare* übergehen, und in der vordern Hälfte desselben da, wo innen die *Processus ciliares* sitzen, sich verlieren. Genauer bezeichnet entspringt der Ciliarmuskel da, wo die *Sclerotica* die Furche zur Bildung des *Schlemm*'schen Venensinus hat und zwar von einem besondern derbern platten Streifen (Fig. 453, *l*), der, indem er die innere Wand des genannten Canals bildet, mit der *Sclerotica* verschmilzt und auch zugleich einen Theil der Fasernetze, in welche die *Membr. Demoursii* ausläuft, aufnimmt, welche Fasern mit seinen ganz gleich beschaffenen, nur viel feineren, dichter verbundenen und kreisförmig verlaufenden Elementen völlig verschmelzen. Das Ende des *Musculus ciliaris* ist am angehefteten Theile der *Processus ciliares*, jedoch nicht in diesen selbst, und was seine Elemente anlangt, so sind dieselben etwas kürzer (45 μ) und breiter (6—9 μ) als die gewöhnlichen Faserzellen, dazu fein gekörnt, zart und so vergänglich, dass sie beim Menschen nicht leicht darzustellen sind. In neuerer Zeit hat *H. Müller* am Ciliarmuskel eine besondere ringförmige Lage entdeckt, die ich den *Müller*'schen Ringmuskel nenne. Derselbe (Fig. 453, *k'*) bildet die tiefste vorderste Schicht des *Musculus ciliaris* nahe am Rande der *Iris* und hängt mit den geraden Fasern desselben theils durch Durchflechtung, theils durch Umbeugen der Bündel zusammen.

Das schwarze Pigment (Fig. 453, *m*) kleidet als eine zusammenhängende rein zellige Schicht die innere Fläche der *Chorioidea* vollkommen aus, und besteht bis zur *Ora serrata* aus einer einzigen Lage schöner, fast regelmässig sechsseitiger, 12—18 μ grosser, 9 μ dicker, zierlich mosaikartig aneinander gefügter Zellen, in denen reichlich angehäufter braunschwarzer Farbstoff den Zellenkern meist nur als hellen Fleck im Innern erscheinen lässt, der jedoch, wie seitliche Ansichten lehren, in der äussern, an Pigmentzellen ärmern Hälfte der Zellen seinen Sitz hat. Von der *Ora serrata* an liegen die Pigmentzellen in mehreren, mindestens zwei Lagen, werden rundlich, kleiner und von Farbstoff ganz erfüllt, so dass selbst die Kerne kaum sichtbar sind. Alle Pigmentzellen sind wenn sie überhaupt Hüllen haben sehr zartwandig und bersten äusserst leicht durch Druck; ihr Farbstoff be-

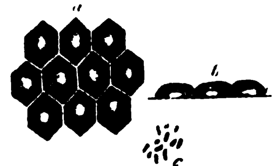
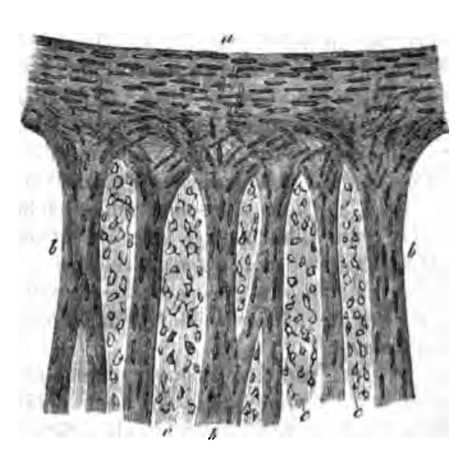


Fig. 466.

Fig. 466. Zellen des schwarzen Pigments des Menschen. *a*. Von der Fläche, *b*. von der Seite, *c*. Pigmentkörner.

steht aus winzig kleinen, plattgedrückten, länglichrunden Körperchen von höchstens 1,5 μ Länge, welche zum Theil schon innerhalb der Zellen, noch schöner, wenn sie frei sind, Molecularbewegung in ausgezeichneter Weise darbieten. — In den Augen von Albinos fehlt der Farbstoff der *Chorioidea* ganz, eben so, wenigstens theilweise, in der Gegend des *Tapetum* der Thiere, doch sind an diesen beiden Orten die Zellen, die denselben sonst enthalten, da, nur vollkommen blass. — Die Innenfläche der Pigmentzellen nimmt beim Menschen die Enden der Stäbchen in Grübchen auf, welche nur an der *Macula lutea* nach *H. Müller* etwas entwickelter vorkommen. Bei niederen Wirbelthieren umgeben dagegen die Pigmentzellen mit breit gegen die *Retina* vordringenden Fortsätzen die Stäbchen scheidenartig (Fig. 468), welche Pigmentscheiden nach *M. Schultze* auch bei Säugern vorkommen (Fig. 469).

In der Regenbogenhaut findet sich abweichend von der *Chorioidea* vorwiegend wirkliches Bindegewebe, welches mit zarten lockigen Bündeln, die zum Theil in der Richtung der Breite, zum Theil, besonders am Ciliarrande, ringförmig verlaufen und mannichfach untereinander verflochten sind, die Hauptmasse des *Stroma* dieser Haut darstellt, und gegen die Oberfläche derselben zu einer mehr gleichartigen Lage sich gestaltet. In demselben finden sich eine grosse Zahl von meist spindel- und sternförmigen, seltner rundlichen, häufig pigmentirten Zellen (Bindegewebskörperchen), die zum Theil netzförmig sich verbinden, ausserdem auch einige wenige starre, blasse wie elastische Fasern, die als Ausläufer des *Lig. iridis pectinatum* oder der *Demours'*schen Haut über einen Theil der vordern Fläche bis zum *Annulus minor* sich erstrecken, endlich auch die glatten Muskelfasern der *Iris*, die genau von derselben Beschaf-



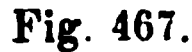


Fig. 467.

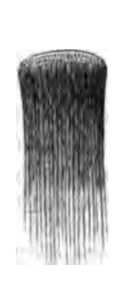


Fig. 468.

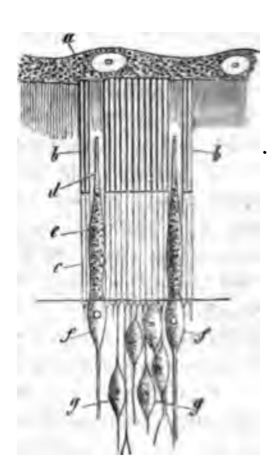


Fig. 469.

fenheit sind, wie die der *Chorioidea*. Dieselben bilden beim Menschen einen sehr deutlichen Schliessmuskel der Pupille, *Sphincter pupillae*, in Form eines

Fig. 467. Ein Theil des *Sphincter* und *Dilatator pupillae* des weissen Kaninchens mit Essigsäure behandelt, 350 mal vergr. *a. Sphincter*, *b.* Bündel des *Dilatator*, *c.* hellgewordenes Bindegewebe mit Saftzellen.

Fig. 468. Eine Pigmentzelle der *Chorioidea* der Taube mit den langen, die Stäbchen umfassenden Fortsätzen. Vergr. 400. Nach *M. Schultze*.

Fig. 469. Aeussere Lagen der *Retina* der Katze von der Gegend des *Tapetum*. 500 mal vergr. Nach *M. Schultze*. *a.* Pigmentzellen (hier farblos) mit den Scheiden, *b.* Aussenglieder, *c.* Innenglieder der Stäbchen, *d.* Aussenglieder, *e.* Innenglieder der Zapfen, *f.* Zapfenkörner, *g.* Stäbchenkörner, beide mit den betreffenden Fasern.

0,56 mm breiten, genau am Pupillarrande der *Iris* befindlichen und der hintern Fläche etwas näheren platten Ringes, der an einer blauen *Iris* nach Entfernung des hinteren Pigmentes mit und ohne Anwendung von Essigsäure leicht zu erkennen ist, und auch in seine 45—67 μ langen Elemente sich zerlegen lässt. Ausser diesem grössern Muskelringe finde ich in der Gegend des *Annulus iridis minor* noch einen ganz schmalen, der vordern Irisfläche näheren Muskelring, von nur 56 μ Breite. Den *Dilatator pupillae* habe ich noch nicht, wie *Brücke*, bis zum *Lig. pectinatum* und dem Rande der Glashaut der *Cornea* verfolgt, vielmehr schien mir derselbe in der Substanz der *Iris* am Ciliarrande zu beginnen. Derselbe besteht beim Kaninchen aus vielen schmalen Bündeln, die, weit entfernt eine zusammenhängende Haut zu bilden, jedes für sich und zwar mehr an der hintern Fläche der *Iris* zwischen den Gefässen nach innen verlaufen, und an den Rand des *Sphincter* sich ansetzen (Fig. 467) oder hinter diesem Muskel gegen den Papillarrand verlaufen, ohne denselben in allen Fällen zu erreichen.

Die *Iris* besitzt, abweichend von der *Chorioidea*, an der vordern und hintern Fläche eine Zellenlage. Die letztere, die sogenannte *Uvea*, oder das schwarze Pigment der *Iris* (Fig. 453, *n*), ist eine 18—22 μ dicke Lage kleiner, dicht erfüllter Pigmentzellen, ähnlich denen des *Corpus ciliare*, mit denen sie auch ununterbrochen zusammenhängen, welche die ganze hintere Irisfläche überzieht und bis an den Rand des Sehlochs sich erstreckt. An Falten der *Iris* erscheint die Pigmentlage an ihrer freien Fläche durch eine feine, aber scharf bezeichnete Linie begrenzt, welche von mehreren Anatomen als besondere Haut (*Membrana pigmenti Krause, Membr. limitans Pacini, Brücke, H. Müller, M. Jacobi Arnold*) beschrieben wurde, und auch in der That in alten Augen und bei Zusatz von Alkalien stellenweise von dem Pigmente sich abhebt. Da jedoch in solchen Fällen die Pigmentschicht immer einer scharfen Begrenzung ermangelt, und die Körner derselben blossgelegt sind und sich zerstreuen, so scheint mir diese Haut nichts als die vereinten äussern Zellwandungen (nach *Henle* das Protoplasma) der Pigmentzellen zu sein, welche, wie auch von andern Orten her (Darmzotten z. B.) bekannt ist, im Zusammenhange, scheinbar als eine besondere Haut, sich abheben. — Die Zellenlage der vordern Irisfläche ist ein einfaches Epithel mehr rundlicher und bedeutend abgeplatteter Zellen, die an der gefalteten *Iris* nicht als ein zusammenhängender, überall gleich breiter heller Saum, sondern mehr nur durch einzelne leichte Erhebungen sich bemerklich machen. Besser noch erkennt man diese Lage nach Entfernung des hintern Pigmentes auf Flächenansichten, und dann durch Abschaben der vordern Irisfläche, auch lässt sich dasselbe durch Höllenstein deutlich machen (*J. Arnold*). — Die Farbe der *Iris* rührt im blauen Auge nur von dem durchschimmernden hintern Pigmente her, in gelbbräunlichen, braunen und schwarzen Augen dagegen von einem besonderen Irispigmente, das sehr unregelmässig vertheilt ist und so die besondern Zeichnungen der vordern Fläche hervorbringt. Dasselbe sitzt einmal im *Stroma* selbst, und zwar vor Allem in den Saftzellen desselben, dann aber auch, wie mir scheint, frei zwischen den Fasern und Gefässen, und in den Faserzellen des *Sphincter pupillae*, endlich in der vordern Epithelialschicht, und besteht aus grössern oder kleinern gelben, goldgelben oder bräunlichen unregelmässigen Körnern, Klümpchen und Streifen, nie aus den regelmässigen Pigmentkörnchen des eigentlichen Augenpigments.

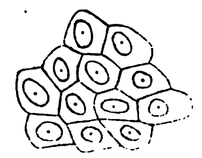


Fig. 470.

Die Gefässe der *Tunica vasculosa* sind äusserst zahlreich und verhalten sich in den verschiedenen Theilen derselben verschieden. Der hinter der *Ora serrata* gelegene Theil der *Chorioidea* erhält sein Blut 1) von den *Artt. ciliares posteriores breves*, etwa 20 kleinen Arterien, welche im hintern Umfange des Augapfels näher

Fig. 470. Epithel der vorderen Irisfläche des Kalbes. 300 mal vergr.

oder ferner vom Sehnerven die *Sclerotica* durchbohren und gabelförmig sich spaltend auch hier und da anastomosirend in der mittleren oder Gefässschicht derselben nach vorn laufen und 2) von rückläufigen Aesten der *Ciliares longae* und *anteriores*, die mit den Endästen der *Cil. breves* anastomosiren (*Leber*). Die besonders im Grunde des Auges sehr zahlreichen Ausläufer dieser Gefässe dringen nach innen und bilden unmittelbar nach aussen vom Pigmente und der Glashaut der *Chorioidea* in der sogenannten *Membrana choriocapillaris* oder *Ruyschiana* ein Capillarnetz. Dieses Netz (Fig. 471, *a*), das bei Thieren mit *Tapetum* innen an demselben liegt und leicht als besondere Haut sich darstellen lässt, was auch beim Menschen an eingespritzten und frischen Augen stellenweise gelingt, ist eines der zierlichsten und dichtesten, die es gibt, indem die Maschen desselben bei einer Weite der Gefässe von 9 μ nur 1,5—11 μ messen, und die Capillaren wie sternförmig von den grössern Gefässen ausgehen (Fig. 171, *a*). Dieses Netz, dessen Maschen im Grunde der Augen viel enger sind als vorn, reicht, wie schon erwähnt, vorn nur bis zur *Ora serrata*; hinten an der Eintrittsstelle der Sehnerven hängt dasselbe mit dem Capillarnetze im Sehnerven unmittelbar zusammen. Ausserdem verbinden sich aber auch hier Arterien und Venenzweigelchen, die zum Bereiche der *Ciliares posteriores breves* und *Vasa vorticosa* gehören, unmittelbar mit Aestchen der *Vasa centralia retinae* (*Leber*, Taf. IV, Fig. 2).



Fig. 471.

Der Ciliarkörper wird ausschliesslich von den *Arteriae ciliares longae* und *breves* versorgt, welche einmal am Rande der *Iris*, jedoch noch im Bereiche des *Musculus ciliaris* den *Circulus arteriosus iridis major* und nach *Leber* im Innern des genannten Muskels selbst einen weiter nach rückwärts gelegenen, feineren und weniger vollständigen zweiten Gefässkreis bilden, den *Circulus arteriosus musculi ciliaris*. Von diesen Gefässringen stammen die Gefässe der *Iris* und der vorderen Theile der *Chorioidea*, vor allem die der Ciliarfortsätze und des Ciliarmuskels. — Die Arterien der Ciliarfortsätze scheinen nach *Leber* einzig und allein aus dem *Circulus iridis major* zu entspringen und begeben sich, den Ciliarmuskel durchbohrend, zu den Ciliarfortsätzen, von denen je 1—3 eine kleine Arterie erhalten, die, indem sie dem Rande des Fortsatzes zustrebt, in feinere anastomosirende Aeste sich auflöst und dann am Rande und an der Oberfläche des Fortsatzes in Venen übergeht, die zu den *Venae vorticosae* rückwärts sich begeben (Fig. 471, *c*). — Die Arterien des *Musculus ciliaris* entstehen aus beiden Gefässkränzen, bilden durch den ganzen Muskel ein feines Capillarnetz, aus welchem Venen entspringen, die theils rückwärts in die *Vasa vorticosa*, theils in den *Plexus venosus ciliaris* (den *Schlemm*'schen Canal), theils unmittelbar in die *Venae ciliares anteriores* übertreten. Die feineren Gefässe des Ciliarmuskels hängen übrigens vielfach mit denen der *Iris* und auch der *Processus ciliares* zusammen.

Der vielbesprochene *Canalis Schlemmii*, der von den meisten Anatomen als ein zwischen *Chorioidea* und *Sclera* befindlicher ringförmiger Canal (Fig. 453, *k*) beschrieben wird, ist wie schon *Thiersch* gefunden haben will, keine natürliche

Fig. 471. Gefässe der *Chorioidea* und *Iris* eines Kindes, nach *Arnold*. Von innen angesehen, 10mal vergr. *a*. Capillarnetz des hintern Abschnittes der *Chorioidea* an der *Ora serrata b*. endend, *c*. Venen der *Corona ciliaris*, von den Ciliarfortsätzen *d*. und der *Iris e*. abstammend, *f*. Capillarnetz der Innenfläche des Pupillenrandes der *Iris*. In der *Iris* sind auch Arterienstämmchen zwischen den Venen sichtbar.

Bildung. Nach *Rouget* und *Leber* ist an der Stelle desselben ein ringförmiger Venenplexus von 0,25 mm Breite vorhanden, der *Plexus venosus ciliaris* (*Leber*), der nach *L.* sehr wandelbare Verhältnisse zeigt und bald nur aus feineren Gefässen besteht, bald auch gröbere Venen zeigt, ja selbst stellenweise wesentlich aus einer breiteren Vene von 0,25 mm mit einigen feineren sie begleitenden Gefässchen zusammengesetzt ist. Dieser *Plexus* nimmt nach *Leber* eine gewisse Zahl Venen des *Musculus ciliaris*, aber keine der *Iris*, auf, ausserdem noch tiefe Venen des vordersten Endes der *Sclera* und wahrscheinlich auch die die tiefern Hornhautgefässe begleitenden Venen und mündet durch zahlreiche schräg die *Sclera* durchsetzende Venen in das »*episclerale*« Netz der *Venulae ciliares anteriores* ein.

Die *Iris* erhält ihr Blut ausschliesslich aus dem *Circulus arteriosus major*, und wird von vielen kleineren Arterien versorgt, die in der Richtung der Radien der Haut gegen den Pupillarrand zu verlaufen und der äusseren Fläche der Haut näher liegen. In ihrem Verlaufe geben dieselben, hie und da anastomosirend, da und dort Aeste ab, welche an der hinteren Irisfläche ein breitmaschiges Capillarnetz erzeugen, bilden dann den *Circulus arteriosus iridis minor* in der Gegend des *Annulus iridis minor* und enden mit einem feinen Capillarnetze im *Sphincter pupillae* und am Pupillarrande selbst mit in die Venen sich umbiegenden Schlingen. Die Venen der *Iris* (Fig. 471, *e*) liegen der hinteren Irisfläche näher, sind sehr zahlreich und gehen, vielfach anastomosirend und mit den Venen der Ciliarfortsätze verbunden, in die *Vasa vorticosa* über. Diese Venen, welche alles Blut des hinteren Theiles der *Chorioidea*, *Iris* und Ciliarfortsätze und das meiste Blut des *Musculus ciliaris* ableiten, bilden in der *Chorioidea* aussen an den *Ciliares posteriores* gelegen die bekannten 4 (seltener 5 oder 6) Hauptsterne neben denen noch eine wandelbare Zahl kleinerer sich findet und führen dann, indem sie die *Sclera* in der Gegend des Aequators des Auges in sehr schiefer Richtung durchbohren, wobei sie noch Venen dieser Haut aufnehmen, zu 4 (seltener 5 und 6) Hauptstämmen. — *Venae ciliares longae*, die bisher allgemein angenommen wurden, finden sich nicht (*Leber*), und haben wahrscheinlich gewisse Wurzeln der *Vasa vorticosa* zur Annahme solcher Venen Veranlassung gegeben. Ebenso fehlen auch *Venae ciliares posteriores* aus der *Chorioidea* (*Leber*).

Alles zusammengenommen finden sich in der *Tunica vasculosa* zwei Gefässgebiete, eines für die Aderhaut bis zur *Ora serrata*, ein anderes für das *Corpus ciliare* und *Iris*, welche jedoch nicht ganz getrennt sind, sondern durch arterielle Anastomosen der Ciliararterien und dann dadurch zusammenhängen, dass das meiste Blut durch die *Venae vorticosae* abgeleitet wird. Aber auch mit den benachbarten Gebieten, den Gefässen der *Sclera* und der *Retina* hängen die Gefässe der Aderhaut zusammen und zwar mit den ersteren durch die Venen des Ciliarmuskels und den *Plexus venosus ciliaris*, mit den letzteren durch die Anastomosen an der Eintrittsstelle des *Opticus*.

Die Nerven der *Tunica vasculosa* sind ebenfalls recht zahlreich, allein vor Allem für den Ciliarmuskel und die *Iris* bestimmt. Es sind die *Nervuli ciliares*, die mit 15—18 Stämmchen die *Sclerotica* hinten durchbohren, dann in der äussern Lage der

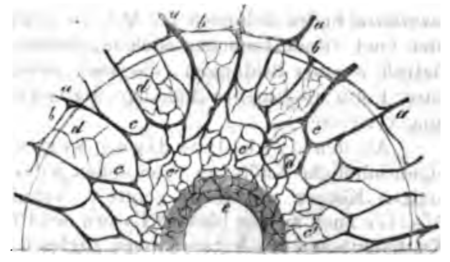


Fig. 472.

Fig. 472. Nerven der Irishälfte eines weissen Kaninchens, nach Behandlung mit Natron, 50mal vergr. *a. Nervuli ciliares*, *b.* Verbindungen derselben am Rande der *Iris*, *c.* stärkere bogenförmige Verbindungen derselben in der *Iris*, *c'.* feinere Netze derselben in den innern Theilen, *d.* Endigungen von einzelnen Nervenfäden in den äussern Theilen der *Iris*, *e. Sphincter pupillae*.

Chorioidea zum Theil in Furchen der *Sclerotica* nach vorn ziehen, und schon vor ihrem Eintritte in den Ciliarmuskel mehrfach gabelig sich spalten. In demselben lösen sie sich in ein reiches und dichtes Ringgeflecht (*Orbiculus gangliosus*) auf, aus dem theils viele Fäden für den genannten Muskel und die Hornhaut, theils die eigentlichen Irisnerven hervorgehen. Die letztern verlaufen mit den Blutgefässen unter zahlreichen Theilungen und namentlich im *Annulus minor* gelegenen Netzbildungen bis zum Pupillarrande. Aus diesem *Plexus* dunkelrandiger Nerven, deren Elemente in den Stämmen 4,5—9 μ, in der *Iris* nur noch 2,2—4,5 μ messen, gehen nach *J. Arnold* allerwärts blasse marklose Fasern hervor, die ebenfalls anastomosiren und schliesslich im *Sphincter pupillae* und an der vorderen und hinteren Irisfläche überhaupt mit einem Netze feinster Fäserchen von nur 1,3—1,8 μ enden.

An den Zweigen des Nervenplexus im Ciliarmuskel fand *H. Müller* die schon von *Krause* dem Aeltern gesehenen Ganglienzellen wieder auf, die später auch *W. Krause* bestätigte. Nach den Erfahrungen von *Müller* messen diese Zellen 15—24 μ und besitzen Fortsätze, deren Zahl einige Mal zwei, selbst drei zu sein schien, die jedoch nicht unzweifelhaft in dunkelrandige Nerven verfolgt werden konnten. — Auch in der *Chorioidea* des Menschen hat *H. Müller* Nerven mit Bestimmtheit nachgewiesen, in Betreff welcher ebenfalls schon ältere, aber zweifelhafte Angaben vorlagen. Nach *Müller* geben die Ciliarnerven in ihrem Verlaufe zum Ciliarmuskel eines oder mehrere Stämmchen ab, welche in die *Chorioidea* treten und in dieser theils mehr oberflächlich, theils tiefer zwischen den Chorioidealgefässen ein besonders in der hintern Hälfte des Auges nachweisbares zartes Netzwerk erzeugen, dessen Stämmchen theils dunkelrandige, theils blasse Primitivfasern enthalten und das höchst wahrscheinlich die Muskeln der *Chorioidea* und ihrer Gefässe versieht. In den Stämmchen der Ciliarnerven und in dem Netze selbst finden sich ebenfalls Ganglienzellen und kleine Ganglien, und lassen die Zellen hier mindestens Einen Fortsatz deutlich erkennen, während bei vielen ein zweiter höchst wahrscheinlich ist. Einmal sah *Müller* drei Fortsätze, einmal zwei verbundene Zellen und Eine Zelle mit zwei Kernen. *Schweigger*, der diese Ganglienzellen gemeinschaftlich mit *Müller* auffand, und *Sämisch* (l. c. S. 26 und Tab. II. Fig. 2, 3) haben die Nervennetze der *Chorioidea* bestätigt, und auch ich kann nach Ansicht der *Müller*'schen Präparate für dieselben einstehen.

Der Grund, warum ich die innere Pigmentschicht nicht bei der *Retina* abhandle, zu der sie ihrer Entwickelung nach gehört, ist der, dass dieselbe ununterbrochen in das hintere Irispigment sich fortsetzt. Mag nun auch dieses Pigment, wie es wahrscheinlich ist, ebenfalls aus der äusseren Lamelle der secundären Augenblase sich entwickeln, so wäre es doch sehr gesucht, das Irispigment bei der *Retina* abzuhandeln oder beide Pigmentlagen zu trennen (s. auch *M. Schultze*, Arch. f. mikr. Anat. III. S. 377).

Das *Stroma* der *Chorioidea* fasse ich als eine Bindesubstanz auf, deren zum Theil pigmentirte Zellen sehr zahlreich sind, und deren Grundsubstanz beim Menschen mehr gleichartig ist und chemisch mehr die Eigenschaften des elastischen Gewebes zu besitzen scheint, während dieselbe bei Thieren gewöhnliches Bindegewebe ist, welches jedoch nach *H. Müller* beim Menschen in der Nachbarschaft der Gefässe auch vorkommt. Im *Musculus ciliaris* findet sich nach *H. Müller* gewöhnliches Bindegewebe in grösserer Menge, und hier fand dieser Forscher auch eigenthümliche scheibenförmige Körper in demselben, in Betreff welcher Bildungen, die auch zweimal an den Gefässen der *Retina* in sehr sonderbarer Form als äussere Anhänge der Gefässe vorkamen, ich auf die betreffende Abhandlung verweise.

An den dunkelrandigen Nervenfasern des Ciliargeflechtes fand *H. Müller* eigenthümliche Knötchen, von denen jedes wie einen in der Primitivfaser gelegenen zellenartigen Körper mit Kern zeigte. Aehnliche kernhaltige Anschwellungen beobachtete [illegible] auch an den blassen Fasern des Chorioidealnetzes in einem kranken Auge, und in Knotenpuncten des Netzes kamen zugleich zahlreiche Haufen von Kernen vor, was *M.* Gelegenheit gibt, die Frage aufzuwerfen, ob hier nicht vielleicht Neubildungen und Wuche-

rungen von Ganglienzellen vorlagen. Die erste Form der Anschwellungen im Ciliargeflechte beobachtete auch *W. Krause* (Anat. Unters. 93. Tab. II. Fig. 4) und erklärt er die Anschwellungen entschieden für Ganglienzellen, die er die »*Müller*'schen« nennt. Da die fraglichen Gebilde jedoch, wie *M.* und *K.* übereinstimmend fanden, nicht mit dem Axencylinder zusammenhängen, wie sonst die bipolaren Ganglienzellen im Verlaufe dunkelrandiger Fasern, so erscheint diese Deutung doch wohl vorläufig noch als etwas gewagt, und hat auch *M.* nicht bestimmt für dieselbe sich ausgesprochen. — Theilungen der Primitivfasern der *Tunica vasculosa* sind von mir in der *Iris* des Kaninchens, von *H. Müller* vielfach in der *Chorioidea* und im *Musculus ciliaris* des Menschen gesehen.

An den Arterien der *Chorioidea* liegen nach *Müller* die Muskelzellen der *Media* oft so, dass sie mit ihren kernhaltigen Theilen ohne Ausnahme die Seiten der Gefässe einnehmen, und nur mit ihren Enden die äusseren und inneren Flächen derselben bedecken, was auf den ersten Blick den Anschein gibt, als ob die *Muscularis* ganz fehlte. In den Wänden der Ciliararterien fand derselbe Forscher nicht selten knorpelzellenartige, helle Zellen. — Nach *J. Arnold* haben die Gefässe der *Iris* bis zu den Capillaren herab auffallend dicke Wände.

An der Eintrittsstelle des Sehnerven geht nach *H. Müller* die innerste Schicht der *Chorioidea* in einen dünnen Ring von Fasern von der Art der elastischen über. Nach demselben Forscher finden sich in der *Lamina cribrosa* ausnahmsweise sternförmige Pigmentzellen vor, die selbst noch weiter in den Anfang der Opticusausstrahlung sich hineinziehen können. — Die pathologischen Veränderungen der Gefässhaut haben *Donders* und vor Allem *H. Müller* (Arch. f. Ophthalm. 2, 2) untersucht. Am wichtigsten sind drusige Auswüchse, die, wie *H. Müller* gezeigt hat, von der Glashaut der *Chorioidea* ausgehen, das Pigment verdrängen und einen Druck auf die Netzhaut ausüben, Bildungen, die *Donders* fälschlich für umgewandelte Pigmentzellen genommen hatte. Der *Müller*'sche Ringmuskel ist etwas nach *H. Müller* auch von *Rouget* beschrieben worden, und später hat ihn auch *Arlt* gesehen. *Van Reeken* dagegen hatte den Muskel übersehen, doch ist derselbe später von einem andern Schüler von *Donders* bestätigt worden. *H. Müller* hat, gestützt auf die Auffindung des Muskels, auch eine neuere und bessere Erklärung der Accommodation aufgestellt.

Der *Dilatator pupillae* wird von *Grünhagen* für die Säuger und den Menschen geläugnet und glaubt derselbe, wie *Henle*, der meine Abbildung des Dilatator der Kaninchenìris anzweifelt, ich habe Gefässe mit Muskeln verwechselt (!). — Ich glaube jedoch, ohne unbescheiden zu sein, sagen zu dürfen, dass *ich* von Niemand werde zu lernen haben, Gefässe und Bündel glatter Muskeln zu unterscheiden. Der *Dilatator*, wie ich ihn vom Kaninchen abgebildet habe, ist da, und stellt sich jeder, der denselben nicht findet, wahrlich kein besonderes Zeugniss aus, wesshalb ich auch glauben muss, dass *Henle* denselben beim Kaninchen gar nicht gesucht hat. Was den Menschen anlangt, so habe ich den *Dilatator* ebenfalls sicher gesehen, dagegen will ich nicht behaupten, dass er hier ganz ebenso angeordnet ist, wie beim Kaninchen, und mag *Henle*, der ihn als continuirliche Schicht beschreibt, wohl Recht haben. Den quergestreiften *Dilatator* der Vögel haben *ich* (Mikr. Anat. II. 2. S. 643) und *H. Müller* zuerst beschrieben, was *Grünhagen* nicht zu wissen scheint (s. *Virch.* Arch. Bd. XXX. S. 507).

§. 219.

Nervenhaut, *Retina*. Die Nervenhaut ist die innerste der drei Häute des Augapfels und liegt der Gefässhaut dicht an, endet jedoch mit ihren ächt nervösen Elementen schon an der *Ora serrata* mit einem wellenförmigen Rande, *Margo undulato-dentatus s. Ora serrata retinae*, der einerseits mit der *Chorioidea*, andrerseits mit der *Hyaloidea* sehr innig zusammenhängt. Auf den Ciliartheil der *Chorioidea* setzt sich die *Retina* mit einer eigenthümlichen Zellenlage fort, die unten besprochen werden soll.

Die *Retina* ist eine zarte, frisch fast vollkommen durchsichtige und helle, im Tode weissliche und undurchsichtige Haut, welche an der Eintrittsstelle des Sehnerven zum Theil in unmittelbarem Zusammenhange mit demselben beginnt, anfangs die Dicke

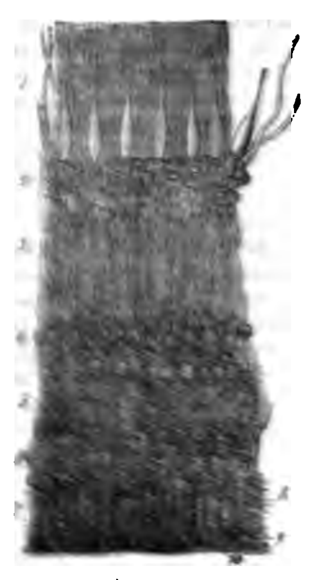


Fig. 473.

von 0,4 mm besitzt, nach vorn zu jedoch bald, d. h. schon 2 mm vom Opticuseintritte entfernt, auf 0,2 μ sich verdünnt, bei 18 mm Entfernung vom Sehnerven noch 0,116 mm Dicke hat, an ihrem vorderen Rande nur noch 90 μ beträgt und endlich ganz scharf ausläuft. Trotz dieser verschiedenen Dicke lassen sich doch überall von aussen nach innen folgende Schichten deutlich an ihr unterscheiden: 1) die Schicht der Stäbchen und Zapfen, 2) die Körnerschicht, 3) die Lage von grauer Nervensubstanz, 4) die Ausbreitung des *Opticus*, und 5) die Begrenzungshaut, welche Schichten, mit Ausnahme der innersten überall gleich starken Lage, im Allgemeinen mit der Dicke der ganzen *Retina* nach vorn zu an Stärke abnehmen.

1) Die Schicht der Stäbchen und Zapfen, *Stratum bacillorum s. Membrana Jacobi* (Fig. 473, 1) ist eine sehr merkwürdige, aus unzähligen das Licht stark brechenden stäbchen- und zapfenförmigen Körperchen äusserst regelmässig zusammengesetzte Schicht. Dieselbe besteht aus zwei Elementen den Stäbchen, *Bacilli*, und den Zapfen, *Coni*, welche zusammen eine einzige 40—50 μ starke Lage bilden (*H. Müller*) und im Allgemeinen so angeordnet sind, dass die Zapfen mit ihren dickeren Theilen die innere Hälfte der Lage einnehmen, so dass dieselben bei nicht vollkommener Untersuchung als innere besondere, schmälere, zwischen den innern Enden der Stäbchen gelegene Schicht auszumachen scheinen. Nach innen endet diese Lage durch eine ziemlich scharfe Linie, die Begrenzungslinie der Stäbchenschicht (*Membrana limitans externa M. Schultze*), die wie von vielen aneinander stossenden kleinen seitlichen Vorsprüngen ihrer Elemente herrührt und in der That nichts anderes als die innere sehr dünne Grenzschicht der Bindesubstanz der *Retina* ist.

Die Stäbchen (Fig. 474, 1) sind beim Menschen cylindrische, schmale, lange Körperchen, die in der ganzen Dicke der Stäbchenschicht überall dieselbe Breite besitzen und am innern Ende mit einem dünnen Ausläufer oder dem *Müller*'schen [illegible] in die inneren Retinalagen sich fortsetzen. Jedes Stäbchen ist ein 40—50 μ langer, [illegible] breiter Cylinder, der am äussern Ende quer abgestutzt ist, während das innere Ende in der Höhe der Begrenzungslinie der Stäbchenschicht in eine kurze,

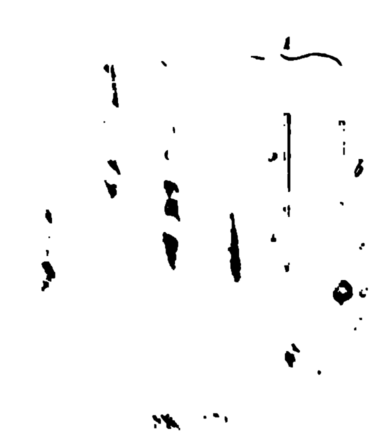


Fig. 473. Senkrechter Schnitt durch die menschliche *Retina*, 6''' vor dem Opticuseintritte 350mal vergr. 1. Stäbchenschicht, 2. äussere Körnerschicht, 3. Zwischenkörnerschicht, 4. innere Körnerschicht, 5. feinkörnige graue Lage, 6. Lage von Nervenzellen, 7. Opticusfasern, 8. Radialfasern in derselben, 9. Enden dieser, 10. *Limitans*.

Fig. 474. Elemente der Stäbchenschicht des Menschen. Vergr. 400—450. 1 Stäbchen. *a.* Innenglied, *b.* Aussenglied, *b'.* leicht aufgequollenes Innenglied, *c.* Stäbchenkorn, *d.* Stäbchenfaser. 2. Zapfen. *a.* eigentlicher Zapfen oder Innenglied desselben, *b.* Zapfenstäbchen oder Aussenglied des Zapfens, *c.* Zapfenkorn in der äusseren Körnerschicht gelegen, *d* Zapfenfaser, *e.* Gegend, wo die *M. limitans externa* ihre Lage hat. Nach *H. Müller*.

4,5—7 μ lange Spitze ausläuft, welche häufig durch eine zarte quere Linie von dem übrigen Stäbchen abgesetzt ist, und schon zum Ausläufer des Stäbchens gerechnet werden muss. Diese Spitze verlängert sich unmittelbar in einen äusserst zarten, nur 0,4—0,6 μ starken Faden von überall gleicher Breite, der in später zu beschreibender Weise mit den Körnern der äussern Körnerschicht sich verbindet. — Die Substanz der Stäbchen ist hell, gleichartig, mit schwachem Fettglanze, sehr weich und biegsam und dabei leicht brechend, so dass dieselben nur in frischen Augen in ihrer wahren Länge erkannt werden. Ihre Zartheit ist so gross, dass sie schon durch Wasser die mannichfachsten Veränderungen erleiden, oft bis zum Unkenntlichwerden, wie verschiedentlich hakenförmig sich krümmen, zusammenbiegen, einrollen, kräuseln, in zwei oder mehr Stücke brechen und helle Tropfen austreten lassen, die man oft in ungeheurer Menge, zum Theil von den Stäbchen, zum Theil von den geborstenen Pigmentzellen der *Chorioidea* stammend, an der äussern Seite der *Retina* findet. Eine der gewöhnlichsten Veränderungen ist auch die, dass die Spitze, wenn sie nicht abfällt, was sehr häufig der Fall ist, sich aufbläht, lanzettförmig wird und selbst zu einer Kugel sich gestaltet, an welcher dann oft noch der verschieden lange Faden sitzt, wozu dann häufig noch eine hakenförmige Umbiegung oder ein leichtes Anschwellen des stumpfen Endes des Stäbchens kommt. Wie *H. Müller* zuerst gezeigt hat, lassen sich an den Stäbchen manchmal durch eine zarte Trennungslinie noch ein äusserer etwas längerer und ein innerer Abschnitt unterscheiden, doch ist schwer zu entscheiden, ob eine solche Abgrenzung auch im Leben besteht, obschon alle neueren Beobachter mit *Braun* und *Krause* diess annehmen. Dagegen ist nach den neuesten Untersuchungen von *M. Schultze* nicht zu bezweifeln, dass die genannten zwei Abschnitte oder die Aussen- und Innenglieder der Stäbchen auch im Leben in chemischer und optischer Beziehung verschieden sich verhalten. So sind die Aussenglieder positiv doppelbrechend mit in der Längsrichtung gelegener optischer Axe, wogegen das Licht bei Durchstrahlung der Stäbchen in ihrer Längsrichtung keine Doppelbrechung erleidet (*M. Schultze*). Ferner färben sich die Aussenglieder schwächer als die Innenglieder in Carmin (*H. Müller* gegen *Braun*, der angegeben hatte, dass dieselben gar nicht sich färben), während *M. Schultze* in Ueberosmiumsäure die Aussenglieder schwarz werden sah, während die Innenglieder wenigstens auf längere Zeit ungefärbt bleiben. Auf einen Unterschied der Aussen- und Innenglieder der Stäbchen lässt ferner das verschiedene Verhalten schliessen, das dieselben sowohl an möglichst frisch untersuchten Augen als auch später zeigen, doch ist es schwer zu sagen, was hierin auf Rechnung ganz natürlicher Verhältnisse kommen mag. Hier sind zu erwähnen einmal die Leichtigkeit mit der die Stäbchen an der Grenzlinie beider Glieder brechen, ferner an den Innengliedern die grössere Breite und Blässe, der geringere Glanz, häufig ein zart körniges Aussehen, das stärkere Aufquellen und das Auftreten von Varicositäten in Reagentien und wenn die Theile sich selbst überlassen sind, das Vorkommen einer centralen Faser, des sog. *Ritter*'schen Fadens und eines kugeligen linsenartigen Körpers an der Grenze gegen das Aussenglied, an den Aussengliedern der Fettglanz, eine gewisse Zähigkeit im Bewahren



Fig. 475.

Fig. 475. Veränderte Elemente der Stäbchenlage des Menschen. 1. Von ihren Fäden abgerissene Stäbchen in verschiedenen Zuständen der Knickung, Biegung, Varicositätenbildung, zum Theil auch gebrochen. 2. Zwei Zapfen durch Chromsäure angeschwollen, mit körnigem Inhalte und glänzendem *Nucleus*, der eine mit einem verkürzten, der andere mit einem am Ende angeschwollenen Stäbchen. *a.* Stäbchen, *b.* Zapfen, *c.* Kern, *d. Müller*'sche Fäden, abgerissen. 350 mal vergr.

der cylindrischen Form, das Vorkommen von Längsstreifen, das Auftreten von Querstreifen, von Knickungen und Biegungen und das Zerbrechen der Quere nach. — Mit Bezug auf den Glanz und die Breite, so haben die besterhaltenen menschlichen Augen, die *H. Müller* und *ich* untersuchten (s. Icon. phys. v. *A. Ecker*, T. 30. Fig. 12) keinen Unterschied der beiden Stäbchenglieder gezeigt (s. das eine Stäbchen der Fig. 474), dagegen ist nicht zu bezweifeln, dass in dieser Beziehung bei Thieren, vor Allem beim Frosch, bei Vögeln und bei Fischen Verschiedenheiten sich zeigen. Ferner gibt *M. Schultze* an, die Längsstreifung, die nicht nur an der Oberfläche, sondern auch im Innern sich fand, an den Stäbchen von Rana, Triton und Salamandra und von Fischen im »absolut frischen« Zustande gesehen zu haben, auch sollen immer einzelne Stäbchen unter denselben Verhältnissen wenigstens eine Andeutung der Querstreifung zeigen. Ebenso hat *M. Schultze* bei nackten Amphibien den linsenförmigen Körper (Fig. 476 *B*, 1, *c*) an frischen Innengliedern schon gesehen. Mit Bezug auf den »*Ritter*'schen Faden« und eine hie und da in Andeutungen gesehene Membran (?) der Stäbchen ist es unausgemacht, ob sie dem natürlichen Zustande angehören, was dagegen die stärkeren Aufquellungen, Biegungen, Zerklüftungen, das körnige Aussehen u. s. w. betrifft, so ist es sicher, dass dieselben erst im Tode sich einstellen, indem wie schon bemerkt, die Zartheit der Stäbchen ungemein gross ist, so dass sie schon in den die *Retina* tränkenden Flüssigkeiten sehr bald sich verändern. Desshalb werden dieselben auch von Reagentien meist sehr stark angegriffen. Aether und Alkohol machen dieselben zusammenschrumpfen und runzelig, oft unkenntlich, lösen sie aber nicht, ebensowenig kochendes Wasser. In Essigsäure von 10 pCt. verkürzen sich dieselben augenblicklich sehr stark, blähen sich an mehreren Orten auf und zerfallen in helle Tröpfchen, die anfänglich noch Widerstand leisten, später dagegen verschwinden (die Stäbchen der Frösche quellen in Essigsäure um das Zwei- bis Dreifache auf und rollen sich meist ein). Starke Essigsäure löst sie in kurzer Zeit, ebenso Alkalien und Mineralsäuren, wogegen verdünnte Chromsäure sie, wenn auch etwas geschrumpft, doch noch am besten erhält. Verdünnte Essigsäure, Salzsäure, Schwefelsäure machen die Stäbchen aufquellen, ebenso stark verdünnte Kalilauge, in der die Stäbchen der Frösche bis um das Zehnfache länger werden (*M. Schultze*). Durch gesättigte Zuckerlösung und SO_3 werden sie roth, durch NO_5 und KO gelblich. — Zu jedem Stäbchen gehört, wie wir später sehen werden, eine kleine Zelle der äusseren Körnerschicht und stellen beide Theile zusammen, wie *ich* zuerst gelehrt habe (Mikr. Anat. II. 2 S. 730), eine mit einem stabförmigen Anhange versehene Zelle dar, von der es zweifelhaft ist, ob sie eine Hülle besitzt oder nicht.

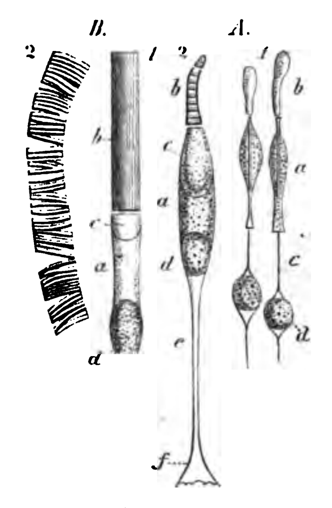


Fig. 476.

Fig. 476. *A*. Von *Macacus cynomolgus*. 1. Stäbchen nach Maceration in Iodserum, die Aussenglieder *b* geschrumpft, die Innenglieder *a* körnig geronnen und theilweise angeschwollen, *c*. Stäbchenfaser, die aus einem Axengebilde des Innern, dem sogenannten *Ritter*'schen Faden, zu entspringen scheint, *d*. Stäbchenkorn. 2. Zapfen nach Maceration in verdünnter Salpetersäure. *a*. hinterer Theil des Zapfenkörpers, körnig, *c*. vorderer Theil desselben, einen sogenannten linsenförmigen Körper enthaltend, *b*. Zapfenstäbchen mit Querstreifung, *d*. Zapfenkorn, *e*. Zapfenfaser, *f*. Verbreitung derselben (sog. kegelförmiger Körper) mit feinen Ausläufern. Vergr. 500. *B*. Stäbchen des Frosches. 1 frisch, 500mal vergr. *a*. Innenglied, *b*. Aussenglied, *c*. linsenförmiger Körper, *d*. Stäbchenkorn. 2. Mit verdünnter Essigsäure behandelt, in Plättchen zerfallen. Vergr. 1000. Nach *M. Schultze*.

Die Zapfen, *Coni* (Fig. 474, 2) können als Stäbchen bezeichnet werden, deren Innenglied zapfen- oder birnförmig verdickt ist. Dieses Innenglied oder der eigentliche Zapfen, dessen Länge 15—20—25 μ beträgt und somit meist unter der Hälfte der Dicke der ganzen Stäbchenlage misst und dessen Breite 4,5—6,7 μ (4—6 μ *H. Müller*; 6—7 μ *M. Schultze*) ist, besteht frisch aus einer fast gleichartigen oder äusserst fein- und blasskörnigen leicht glänzenden Substanz, welche, abgesehen davon, dass sie heller ist, an die der Stäbchen erinnert und sich auch fast so leicht verändert, namentlich gern aufquillt. Die Aussenglieder der Zapfen oder die von mir sogenannten Zapfenstäbchen, deren Dicke *M. Schultze* für viele Fälle sicher zu gering auf 1 μ angibt, grenzen sich häufiger als diess bei den Stäbchen zwischen den zwei Gliedern derselben wahrgenommen wird, aber doch auch nicht immer, durch eine zarte Querlinie von den Zapfen ab und haben ganz dieselbe Beschaffenheit wie die Aussenglieder der eigentlichen Stäbchen, nur dass sie noch leichter veränderlich sind als diese. Daher lässt sich auch ihre wahre Länge und die Beschaffenheit ihres Endes nur schwer bestimmen. Immerhin ist sicher, dass sie in gewissen Fällen ebenso weit nach aussen reichen, wie die eigentlichen Stäbchen (*H. Müller, ich*), vor allem am gelben Flecke (s. *H. Müller*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. VIII. Taf. II. Fig. 17), was in neuester Zeit auch *M. Schultze* und *Henle* so zeichnen. Ausser an dieser Stelle enden sie vielleicht überall früher. Das äusserste Ende der Zapfenstäbchen ist sicher manchmal quer abgestutzt, obschon *M. Schultze* dies läugnet, kommt aber auch zugespitzt vor und sah *H. Müller* selbst noch besondere spitze Ansätze an denselben (l. c. Fig. 21 *f*). An der *Membrana limitans externa* geht der eigentliche Zapfen mit einer leichten Einschnürung in eine 9—13 μ lange, 4—6 μ breite, länglichrunde oder birnförmige Anschwellung mit einem Zellenkerne, das von mir sogenannte Zapfenkorn über, das als der Zellenkörper des ganzen Zapfens zu betrachten ist (*ich*), schon in der äussern Körnerschicht liegt und durch einen feinen *Müller*'schen Faden, ähnlich den an den Stäbchen befindlichen, mit den innern Retinatheilen sich vereint. In den Zapfen selbst finden sich bei gewissen Geschöpfen ähnliche linsenförmige Körper, wie sie in den Innengliedern der Stäbchen vorkommen (Fig. 477 *C* 2).

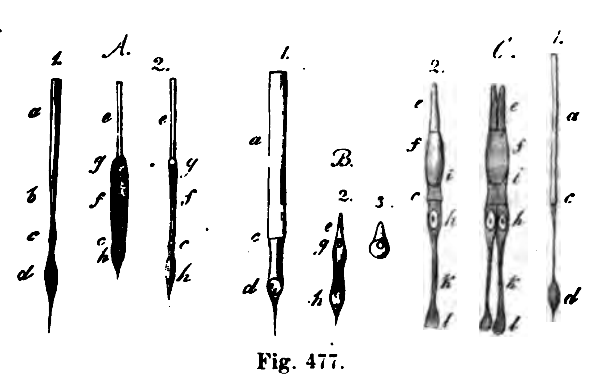


Fig. 477.

Die Stellung der Stäbchen und Zapfen ist so, dass dieselben alle dicht neben einander wie Pfähle senkrecht auf der *Retina* stehen und mithin das eine Ende nach aussen gegen die Pigmentzellen der *Chorioidea*, an denen sie ziemlich fest anhaften,

Fig. 477. Stäbchen und Zapfen von Thieren. *A*. Von der Taube, 450mal vergr. 1. Stäbchen. *a*. Eigentliches Stäbchen, *b*. blasses inneres Ende desselben, *c*. Demarcationslinie an der Grenze der Stäbchenschicht, *d*. Korn der äussern Körnerschicht. 2. Zapfen. *c*. wie vorhin, *e*. Zapfenstäbchen, *f*. eigentlicher Zapfen, *g*. Fetttropfen in demselben, *h*. Zapfenkorn oder kernführende Anschwellung des Zapfens. *B*. Vom Frosch, 350mal vergr. Bezeichnung wie vorhin. 3. Aufgequollener Zapfen. *C*. Vom Flussbarsch, 350mal vergr. Bezeichnung wie vorhin. *i*. Stelle, wo der Zapfen gewöhnlich abreisst, *k*. *Müller*'sche Faser, *l*. Korn der innern Körnerlage. 3. Zwillingszapfen. Nach *H. Müller* (s. *Ecker*, *Icones phys.* Retinatafel).

das andere gegen die Körnerschicht zuwenden. Die Zapfen bilden in der Nähe des gelben Fleckes, dessen besonderer Bau unten besprochen werden wird, eine fast zusammenhängende Lage (Fig. 478, 2), so dass die Stäbchen nur in einfachen Reihen zwischen denselben stehen, bald rücken dieselben jedoch auseinander, so dass 3 und 4 Stäbchen in der kürzesten Linie zwischen je zwei Zapfen liegen (Fig. 478, 3), welches Verhältniss dann bis dicht zur *Ora serrata* sich nicht mehr ändert (*M. Schultze*). Von aussen betrachtet, zeigt die Stäbchenschicht, wenn die äusserste Oberfläche eingestellt ist, näher oder ferner stehende rundliche, von einer hellen Verbindungssubstanz, die auch sonst zwischen den Elementen dieser Schicht sich findet (beim Pferde bildet diese Substanz eine Art Haut, *H. Müller*), erfüllte Lücken, entsprechend den Zapfen, in denen ein dunkler, kleiner Kreis, die Endfläche oder der scheinbare Querschnitt des an den Zapfen sitzenden Stäbchen erscheint, und ringsherum in einfachen, doppelten oder mehrfachen, netzförmig verbundenen Zügen die mosaikartig, dicht aneinander gedrängten Endflächen der eigentlichen Stäbchen (Fig. 478).

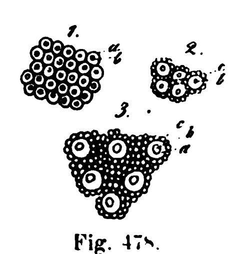


Fig. 478.

2) Die Körnerschicht, *Stratum granulosum* (Fig. 473, 3) besteht überall aus drei Lagen, der äusseren Körnerschicht, der Zwischenkörnerlage und der innern Körnerschicht. Die äussere Körnerschicht, vom Durchmesser von 25 — 65 μ nach *H. Müller*, enthält, abgesehen von der später zu beschreibenden Bindesubstanz nur zweierlei Elemente: 1) die Zapfenkörner und die Zapfenfasern und 2) die Stäbchenkörner und die Stäbchenfasern, von welchen Elementen die sogenannten Körner die Zellenkörper der Zapfen und Stäbchen, die Fasern von diesen Zellenkörpern ausgehende Verlängerungen in die inneren Theile der *Retina* darstellen. Die schon vorhin beschriebenen Zapfenkörner (Fig. 478 liegen, mit Ausnahme der *Macula lutea* (s. unten), alle dicht an der Innenseite der *Limitans externa* und stehen genau in der Richtung des Dickendurchmessers der Netzhaut. Am innern sich zuspitzenden Ende dieser Körner beginnt eine blasse, manchmal deutlich längsstreifige (*M. Schultze*) Faser von 1,1—1,3 μ Breite, die in der Regel überall gleich breit, jedoch hie und da mit Varicositäten versehen (*H. Müller, M. Schultze*), ziemlich geraden Verlaufes die äussere Körnerschichte und den radiär faserigen Theil der Zwischenkörnerschicht, wenn ein solcher da ist, durchsetzt und an der Grenze der äusseren feinkörnigen oder granulirten Schicht mit einer schon von *H. Müller* bei Fischen, dem Menschen und Säugern gesehenen (l. c. Fig. 1, 3, 21 *d*, p. 16, 53), annähernd dreieckigen oder kegelförmigen Anschwellung endigt, welche in neuester Zeit von *Henle*, *M. Schultze* und *Hasse* genauer beschrieben, jedoch noch nicht nach allen Seiten hinreichend erkannt ist. Nach *M. Schultze* entsendet diese Anschwellung, die nicht als Zelle angesehen werden kann, an ihrer inneren Seite eine grössere Anzahl, nach *Hasse* immer nur drei feine Fäserchen über, welche, in die äussere granulirte Schicht eingetreten, in derselben sich verlieren. Auf der andern Seite verfolgte *H. Müller* im Hintergrunde des menschlichen Auges Zapfenfasern, ohne dass sie Anschwellungen gebildet hätten, bis in die innere Körnerschicht (l. c. Fig. 53). — Die Stäbchenkörner sind helle, in Wasser dunkel werdende und das Licht ziemlich stark zurückwerfende, feinkörnige Körper von runder oder ovaler Gestalt und 4,5—8 μ Grösse, welche bald wie freie Kerne, bald wie kleine, von grossen Kernen fast ganz erfüllte Zellen sich aus-

Fig. 478. Stäbchenschicht von aussen. 1. Vom gelben Flecke (nur Zapfen in etwas aufgequollenem Zustande), 2. von der Grenze desselben, 3. aus der Gegend des Aequators der *Retina*. *a*. Zapfen oder denselben entsprechende Lücken, *b*. Stäbchen der Zapfen, deren Endfläche manchmal etwas tiefer steht als die eigentlichen Stäbchen *c*. 350 mal vergr.

nehmen, jedoch meinen Erfahrungen zufolge, mit denen die von *H. Müller, M. Schultze* und Andern stimmen, alle der letzten Art sein möchten. Ich finde nämlich besonders an Chromsäurepräparaten, dass von jedem Korne regelmässig nach beiden Seiten sehr feine, 0,4 — 0,6 μ starke, unter Umständen (*H. Müller, M. Schultze*) varicöse Fädchen abtreten, welche in vielen Fällen deutlich von einem blassen Umrisse desselben ausgehen, so dass das Ganze im Kleinen einer bipolaren Ganglienzelle sehr ähnlich ist. Diese Fäden verbinden sich einerseits mit den von den Stäbchen ausgehenden Fäden, andererseits dringen dieselben in die Zwischenkörnerlage und durch dieselbe in die innere Körnerschicht hinein, woselbst ihr Verlauf nicht weiter mit Sicherheit ermittelt ist. Nicht alle Stäbchenkörner gehen übrigens an beiden Seiten in Fasern über, vielmehr sitzt eine gewisse Zahl derselben dicht an der *Limitans externa* und diese hängen, ähnlich den Zapfenkörnern, unmittelbar mit den Innengliedern der Stäbchen zusammen.

An den Stäbchenkörnern gewisser Säuger hat *Henle* eine auffallende, fast nur im frischen Zustande wahrnehmbare Querstreifung mit hellen und dunklen Zonen entdeckt, die ich mit *M. Schultze, Ritter* und *Hasse* bestätigen kann. Nach *M. Schultze* möchte diese Streifung, die nach *Ritter* den niedern Wirbelthieren fehlt, in den Kernen der Körner ihren Sitz haben, indem dieselben durch verdünnte Salpetersäure in mehrere Stücke zerfallen.

Die Zwischenkörnerlage besteht an vielen Stellen deutlich aus zwei Theilen, von denen ich mit *Henle* die eine die äussere Faserschicht nenne, während die andere die äussere feinkörnige Lage (äussere granulirte Lage *Henle*) heissen mag, doch ist die Verbreitung dieser beiden Lagen, mit andern Worten das Vorkommen der Faserschicht noch nicht hinreichend untersucht. Am ausgebildetsten findet sich dieselbe an der *Macula lutea* (s. unten), und besteht dort aus schiefen und horizontalen Fasern. In einer gewissen Entfernung von denselben richten sich die Fasern nach und nach auf und werden allmählich senkrecht; zugleich verkürzen sich dieselben immer mehr, so dass am Aequator des Auges die Zwischenkörnerschicht einzig und allein aus der feinkörnigen Lage besteht. Weiter nach vorn tritt jedoch nach den Erfahrungen von *H. Müller* und *mir* die äussere Faserschicht wieder auf und ist an der *Ora serrata* (s. Fig. 493 *e*) selbst ganz gut entwickelt. *M. Schultze* dagegen scheint zu glauben, dass diese Lage, die er die »innere Abtheilung der äusseren Körnerschicht« nennt, in dem vorderen Theile des Auges z. Th. fehle. Die äussere Faserschicht besteht, abgesehen von den Stützfasern bindegewebiger Natur, einzig und allein aus den Fortsetzungen der Stäbchen und Zapfenfasern in die innern Theile der *Retina*, und habe ich in derselben nie zellige Elemente gesehen.

Die äussere feinkörnige Schicht, obschon *H. Müller* und *mir* wohlbekannt, wurde doch von uns früher nicht besonders benannt und einfach zur Zwischenkörnerschicht gezogen. Dieselbe enthält bei niederen Wirbelthieren (*H. Müller, M. Schultze*) und bei Säugern (*ich*) schöne sternförmige Zellen, die zur Bindesubstanz der *Retina* zählen, und zeigt auch sonst nach *M. Schultze* einen erheblichen Antheil von Bindesubstanz (s. unten), der sie ihr frisch feinkörniges Ansehen verdankt. Ausserdem finden sich in ihr die z. Th. horizontal und schief verlaufenden Fortsetzungen der Zapfen und Stäbchenfasern.

Die Dicke der Zwischenkörnerlage im Ganzen beträgt nach *H. Müller* von 12 — 40 μ und ist am gelben Fleck am bedeutendsten.

Die innere Körnerschicht zeigt im Allgemeinen grössere zellige Elemente als die äussere Körnerschicht, von denen die einen etwas grösseren bipolaren Ganglienzellen gleichen und wahrscheinlich dem nervösen Apparate der *Retina* angehören. die anderen kleineren mit zwei und drei Ausläufern versehen sind und wahrscheinlich der Bindesubstanz der *Retina* angehören. Ausserdem finden sich noch faserige nervöse und indifferente Elemente in dieser Lage, die noch weiter besprochen werden sollen. — Die Dicke dieser Lage wechselt von 16 — 38 μ (*H. Müller*).

3) Die Lage grauer Hirnsubstanz (Fig. 473, 5) ist gegen die Körnerschicht ziemlich scharf abgegrenzt, weniger gegen die Lage der Opticusfasern, zwischen deren Elemente dieselbe sich mehr oder weniger hineinzieht. Dieselbe besteht überall 1) aus einer an die innere Körnerschicht angrenzenden feinkörnigen und feinfaserigen Lage, die ich die innere feinkörnige Schicht nennen will (Lage grauer Nervenfasern, *Pacini*; innere granulirte Schicht, *Henle*), und 2) einer innern Schicht von multipolaren Nervenzellen. Die letztern, ganz von der Beschaffenheit derjenigen des Gehirns, nur heller, schwanken zwischen 9 und 36 μ, und sind meist birnförmig oder rundlich, auch wohl in 3—5 Ecken ausgezogen und besitzen alle 2—6 und mehr von *Bowman* zuerst beobachtete (s. *Lectures on the eye*, p. 125), lange blasse, verästelte Fortsätze, ähnlich denen der centralen Nervenzellen. In allen Fällen, wo diese Nervenzellen an senkrechten Schnitten deutlich sind, gehen 1—2 Fortsätze derselben nach aussen ab und verlieren sich in der innern Körnerlage (s. unten), während die andern wagerecht verlaufen und zum Theil in ächte, varicöse Opticusfasern sich fortsetzen (*Corti, Remak, ich, H. Müller*), zum Theil entferntere Nervenzellen verbinden (*Corti* beim Elephanten), was ich durch einen Fall für den Menschen bestätigen kann (Fig. 480). Die Kerne dieser Nervenzellen, die gegen Reagentien wie die der Zellen des Gehirns sich verhalten, messen 6—11 μ und haben meist einen ganz deutlichen *Nucleolus*. Die feinkörnige Lage grauer Substanz besteht neben einer feinkörnigen Grundsubstanz ganz und gar einmal aus den äussern Ausläufern der Nervenzellen, und zweitens aus den Fortsetzungen der der Bindesubstanz der *Retina* angehörenden Radialfasern (s. unten). Dieselbe misst 33—58 μ, während die Nervenzellen am gelben Flecke eine Lage von 100—123 μ bilden, und von da nach vorn zu immer mehr abnehmen, bis sie schliesslich nur noch ganz vereinzelt sich finden.



Fig. 479.

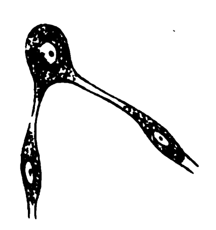


Fig. 480.

4) Nach innen von der genannten Schicht folgt die Ausbreitung des *Opticus* (7). Dieser Nerv verhält sich vom *Chiasma* an bis zum Auge wie ein gewöhnlicher Nerv, und bilden seine 1,1—4,5 μ starken, sehr zu Varicositäten geneigten dunkelrandigen Fasern vieleckige, von gewöhnlichem Neurilem umfasste Bündel von 108—144 μ Dicke. Am Auge angelangt, verliert sich die Scheide des Sehnerven in der *Sclerotica*, welche hier einen von aussen nach innen sich verengernden, trichterförmigen Raum zum Durchtritte des Nerven begrenzt, und ebenso endet auch das innere Neurilem in der Ebene der innern Oberfläche der genannten Haut und der *Chorioidea*, allwo es mit der obengenannten *Lamina cribrosa* zusammenhängt, so dass die Nervenröhren des *Opticus* allein für sich, ohne ihre bindegewebigen Hüllen und nur von spärlicher, einfacher Bindesubstanz in Gestalt verästelter, zelliger Elemente in das Innere des Auges treten. Innerhalb des Canales der *Sclerotica* und bis zu der leichten Erhebung, dem *Colliculus nervi optici*, mit welcher derselbe an der innern

Fig. 479. Zwei Nervenzellen des Menschen, 350mal vergr. Die kleinere mit zwei Fortsätzen nach aussen und nur einer entspringenden varicösen Nervenfaser, die andere mit einem sich theilenden Fortsatze, der in drei Nervenfasern übergeht, und zwei abgerissenen Fortsätzen.

Fig. 480. Drei sich verbindende Nervenzellen aus der *Retina* des Menschen, 350mal vergrössert.

Oberfläche der *Retina* vortritt, ist der *Opticus* noch weiss und mit dunkelrandigen Röhren versehen, von da an werden dagegen seine Elemente beim Menschen und bei vielen Thieren ganz hell, gelblich oder graulich durchscheinend, wie die feinsten Röhren in den Centralorganen, und messen durchschnittlich nicht mehr als 1,3—1,8 μ, während nicht wenige nur 0,45 — 0,9 μ betragen, einzelne allerdings auch bis zu 2,2, 3, selbst 4,5 μ heraufgehen. Was sie vor andern blassen Nervenendigungen auszeichnet, ist der Mangel von Kernen in ihrem Verlaufe, ein etwas stärkeres Lichtbrechungsvermögen und das in der Leiche beständige Vorkommen von Varicositäten, welche zwei letztern Umstände, wenn auch nicht gerade auf ein Nervenmark, wie in gewöhnlichen Nerven, doch wenigstens auf einen theilweise halbflüssigen und vielleicht noch etwas fetthaltigen Inhalt schliessen lassen, und die Nervenfasern der *Retina* den zartesten Elementen des Gehirns an die Seite stellen. Axenfasern habe ich an den Retinafasern noch nicht darzustellen vermocht, dagegen glaube ich an den häufig geborstenen grösseren Varicositäten eine Hülle unterschieden zu haben. Auf jeden Fall bestehen die Retinafasern nicht bloss, auch nicht einmal vorwiegend, aus gewöhnlichem Nervenmarke, denn wenn man dieselben auch noch so eindringlich mit Aether behandelt, so bleiben sie zwar schmäler, aber deutlicher und dunkler als früher zurück. So behandelte Fasern quellen in kalter Essigsäure wieder auf und lösen sich in Alkalien, bestehen mithin wohl unzweifelhaft vorzugsweise aus stickstoffhaltiger Substanz. Nach *Bowman* und *M. Schultze* sind die Retinafasern nichts als Axencylinder, welche Auffassung der letztere Forscher auch noch dadurch unterstützt, dass er nachweist, dass Axencylinder an gewissen Nerven, wie am *Acusticus* des Hechtes, auch Varicositäten darbieten.

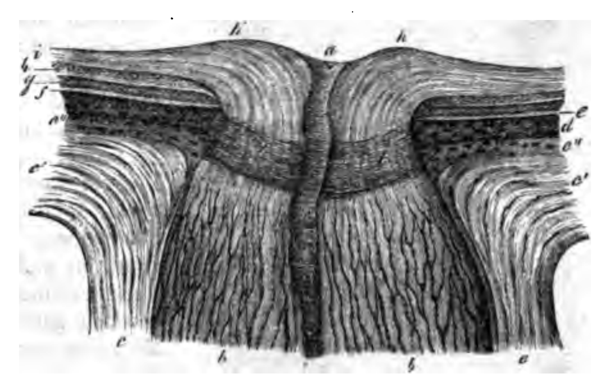


Fig. 481.

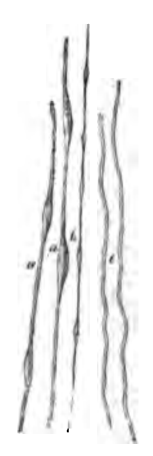


Fig. 482.

Den Verlauf der Nervenfasern in der *Retina* anlangend, so ist so viel sicher, dass dieselben vom *Colliculus nervi optici* aus gleichmässig nach allen Seiten ausstrahlen und eine zusammenhängende, hautartige Ausbreitung bilden, welche bis zur *Ora serrata retinae* sich erstreckt und nur in der Gegend des gelben Fleckes eine grössere Unterbrechung zeigt. In dieser eigentlichen Nervenhaut sind die Nervenfasern zu grösseren und kleineren, meist 22 — 26 μ breiten, seitlich leicht abgeplatteten Bündeln zusammengefasst, welche entweder unter sehr spitzen Winkeln

Fig. 481. Senkrechter Schnitt durch die Eintrittsstelle des *Opticus*. Nach einem Chromsäurepräparate. Etwa 12 mal vergr., vom Menschen. *a. Art. centr. retinae*, *b.* Nervenbündel des *Opticus* mit Neurilem, *e. Vagina nervi optici*, übergehend in *c'. Sclerotica*, *c''.* pigmentirte innerste Lage der *Sclerotica*, *d. Chorioidea*, *e. Pigm. nigrum*, *f.* Stäbchen, *g.* beide Körnerlagen, *h.* Lage grauer Nervensubstanz, *i.* sog. *Collic. nervi optici*, an einem solchen Präparate sehr deutlich, *l. Lamina cribr.* (Nach *Ecker*'s *Icon. phys.*, Retinatafel.)

Fig. 482. Elemente der Opticusausbreitung des Menschen, 350 mal vergr. *a.* Gröbere Nervenröhren mit Varicositäten, *b.* eine feinere solche, *c.* wellenförmige blasse Fasern ohne Varicositäten, die wahrscheinlich zu den Radialfasern gehören.

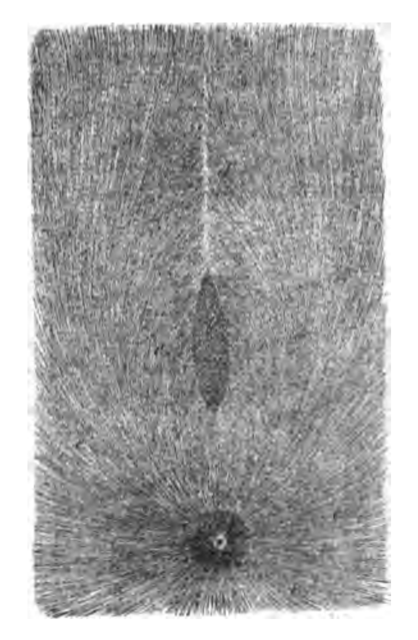


Fig. 483.

miteinander sich verbinden oder auf lange Strecken neben einander verlaufen. Am gelben Flecke geht nur ein kleiner Theil Opticusfasern in geradem Verlaufe gegen das innere Ende desselben, während der andere, viel grössere, um den seitlichen Theil desselben zu erreichen, je weiter nach vorn um so grössere Bogen beschreibt. Alle diese Fasern verlieren sich am Flecke selbst in der Tiefe zwischen seinen Nervenzellen, so dass derselbe keine oberflächliche Lage von Opticusfasern hat, und entspringen höchst wahrscheinlich von den Fortsätzen seiner Zellen (*Remak*). An der äusseren Seite des gelben Fleckes strecken sich die Fasern nach und nach, so jedoch, dass sie anfangs noch eine Strecke weit bogenförmig gegen einander sich zuneigen und durch einen helleren, in der Verlängerung des gelben Fleckes liegenden Streifen getrennt sind, bis sie zuletzt wieder alle einen geraden Lauf annehmen. Was die Endigungen dieser Nerven anlangt, so ist es nach den neueren Untersuchungen mehr als wahrscheinlich, dass dieselben alle in die Ausläufer der Nervenzellen der *Retina* übergehen, ein Verhalten, das den physiologischen Verhältnissen zufolge besser so bezeichnet wird, dass dieselben von diesen Zellen ihren Ursprung nehmen. Die Dicke der Opticuslage beträgt neben dem Opticuseintritte 200 μ, 9—13 mm nach vorn 63—80 μ, am Rande der *Macula lutea* etwas über 4,5 μ, im Grunde des Auges 80 μ, 4,5 mm nach aussen vom gelben Flecke 13—18 μ, unfern der *Ora serrata* 4,5 μ.

5) Die Begrenzungshaut, *Membrana limitans* (Fig. 473, 10), ist ein zartes, mit der Bindesubstanz der *Retina* innig vereinigtes Häutchen von höchstens 1,1 μ Breite, welches beim Zerzupfen der *Retina* und bei Anwendung von Reagentien manchmal in grösseren Fetzen sich ablöst und dann als vollkommen gleichartig sich ergibt. Dasselbe widersteht Säuren und Alkalien lange und schliesst sich auch sonst eng an die sogenannten Glashäute, wie die Linsenkapsel, an.

Der gelbe Fleck ist eine nicht scharf begrenzte, etwa 2 mm lange elliptische Stelle der Netzhaut von gelber oder goldgelber Farbe, deren inneres Ende 2,2—2,45 mm von der Mitte des Opticuseintrittes absteht, und fast in der Mitte, jedoch dem innern Ende etwas näher, eine verdünnte, farblose, grubenartig vertiefte Stelle von 0,18—0,22 μ, die *Fovea centralis*, besitzt. Die Falte, sogenannte *Plica centralis retinae*, welche viele Forscher an der gelbgefärbten Stelle annehmen, ist, wie *Virchow* und *ich* in Uebereinstimmung mit Andern, an den Augen eines Hingerichteten fanden, in frischen Augen nicht vorhanden, wohl aber die gelbe Farbe, die von einem alle Retinatheile, mit Ausnahme der Stäbchenschicht, tränkenden Farb-

Fig. 483. Ansicht des Faserverlaufes im Grunde des Auges. *a*. Eintrittsstelle des *Opticus*, *b*. gelber Fleck, *c*. bogenförmige Fasern an den Seiten desselben, *d*. bogenförmig gegen einander tretende Fasern nach aussen vom Flecke, *ee*. nach andern Richtungen gerade ausstrahlende Fasern. Die Punctirung zwischen den Opticusfasern deutet die in regelmässigen Reihen stehenden Enden der Radialfasern an, ist jedoch nicht deutlich genug ausgefallen.

stoffe herrührt, der in Alkohol und Wasser in einigen Tagen erblasst. Bezüglich auf den Bau des gelben Fleckes, so fehlt demselben eine zusammenhängende Schicht und

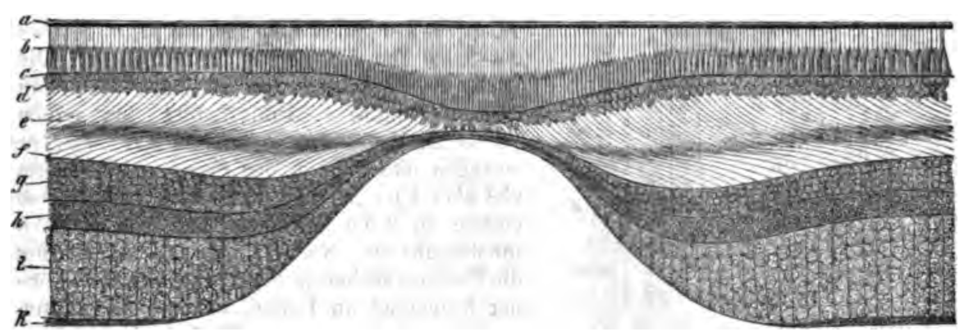


Fig. 484.

überhaupt eine oberflächliche Lage von Nervenfasern ganz, und stösst die Schicht von Nervenzellen, die wie ein Pflasterepithel eine dicht neben der andern liegen und in vielen Lagen sich decken, unmittelbar an die *Membrana limitans*. Zwischen diesen Zellen, die auch in der *Fovea centralis* mit Ausnahme des tiefsten Theiles der Grube (*M. Schultze*) nicht ganz fehlen, wie *Bergmann* angibt, sondern nur eine dünnere Lage bilden (*H. Müller* fand hier nur drei Zellenschichten übereinander) verlaufen jedoch ebenfalls von dem Umkreise der *Macula* eintretende Nervenfasern, und verlieren sich in demselben wohl unzweifelhaft an den Nervenzellen. Die innere feinkörnige Lage grauer Nervensubstanz (*Pacini*'s *fibre griggie*) findet sich an den äusseren Theilen des gelben Fleckes, fehlt jedoch in der Mitte der *Fovea centralis* an einer kleinen Zelle (*H. Müller, ich*), woselbst auch die innere Körnerschicht vermisst wird (*M. Schultze*). Dagegen fehlt die äussere Körnerschicht und die Zwischenkörnerschicht nirgends, sind jedoch in der *Fovea centralis* verdünnt. Im Allgemeinen ist jedoch die innere Körnerlage am gelben Flecke dicker als die äussere. Die Stäbchen fehlen, wie *Henle* entdeckte und *ich* bestätigte, am ganzen gelben Flecke und werden durch dichtstehende Zapfen ersetzt, die länger und schmäler ($4 - 5 \mu$) sind als anderwärts, und an ihrer äussern Seite auch ein schmäleres Stäbchen tragen. In der *Fovea centralis* sind sogar die Zapfen nach der Entdeckung von *M. Schultze* wie *H. Müller* bestätigte so dünn, dass sie den Stäbchen fast gleichkommen, und messen in ihren Körpern nach *H. Müller* nicht mehr als 3μ, nach *M. Schultze* etwa $2{,}8 \mu$.



Fig. 485.

Fig. 484. Senkrechter Schnitt durch den gelben Fleck und die *Fovea centralis*. Nach *M. Schultze*, verkl. Schema. *a.* Pigmentlage, *b.* Stäbchenschicht in der *Fovea* nur aus Zapfen bestehend, *c.* *Limitans externa*, *d.* äussere Körner, *e.* äussere Faserschicht, *f.* äussere feinkörnige Lage, *g.* innere Körnerlage, *h.* innere feinkörnige Schicht, *i.* Nervenzellenlage, *k.* Opticuslage und *Limitans interna*.

Fig. 485. Senkrechter Schnitt der *Retina* nahe am gelben Flecke, 350 mal vergr. 1. Stäbchenlage, 2. äussere Körner, 3. Zwischenkörnerlage, 4. innere Körner, 5. Lage grauer Nervensubstanz, 6. Nervenzellen, 7. Lage von Opticusfasern, 8. *Limitans*. (Nach der Retinatafel von *Müller* und *mir* in *Ecker*'s *Icon. phys.*).

Müller hat selbst in der Mitte der *Fovea* Zapfen gesehen, die nicht mehr als 1,5 — 2 μ betrugen, doch will er nicht entscheiden, ob diese geringen Durchmesser regelrecht sich finden. Spätere Angaben von *H. Welcker* geben 3,3 μ und von *M. Schultze* 3—3,4 μ für die Breite dieser Zapfen. Die Dicke der Zapfenstäbchen bestimmte ich schon früher (Handb. 1. Aufl. S. 604) am gelben Flecke zu 1,35—1,57 μ, und nach *H. Müller* betragen dieselben in der *Fovea centralis* kaum viel über 1 μ; *M. Schultze* hatte früher diese Grösse zu 2,3 μ bestimmt, jetzt gibt er 0,6 μ für dieselbe an. Nach *H. Müller* übertreffen die Zapfenstäbchen in der *Fovea* die Zapfenkörner bedeutend an Länge, so dass die Zapfen *in toto* 60 μ messen, was *M. Schultze* bestätigte, jedoch die Zapfen noch länger fand (von 118 μ). Ausserdem hat *M. Schultze* die Zapfen in der *Fovea* auch sonst genauer verfolgt und gefunden, einmal dass eine Stelle, die die schmalsten Zapfen enthielt, etwa 0,2 mm im Durchmesser besitzt und zweitens, dass diese Zapfen am Rande der *Fovea* (die *Fovea* selbst konnte auf dieses Verhältniss noch nicht untersucht werden) in regelmässigen Bogenlinien angeordnet sind, so dass eine chagrinartige Zeichnung herauskommt, wie auf der Rückseite von unseren Taschenuhren. An der *Fovea* fand *H. Müller* auch die Pigmentzellen der *Chorioidea* höher als sonst (von 16 μ, bei 10 μ Breite), mit Andeutungen von Fortsetzungen derselben, nach Art der Pigmentscheiden vieler Thiere, zwischen die Enden der Zapfen hinein, an welchen letzteren auch mehrmals wie kleine kegelförmige Endspitzchen gesehen wurden, wie *Müller* sie auch sonst an Zapfenstäbchen sah (siehe Zeitschr. f. wiss. Zool. VIII. Tab. II. Fig. 21 f.). Ausläufer der Zapfen oder *Müller*'sche Fäden sehe ich überall am gelben Flecke, auch in der *Fovea centralis*, und lassen sich dieselben leicht bis zur innern Körnerschicht verfolgen, wobei das besonders bemerkenswerth ist, dass dieselben in der Zwischenkörnerschicht einen von *Bergmann* zuerst erwähnten eigenthümlichen schiefen Verlauf haben. Ich kenne, wie *H. Müller* (Zeitschr. f. wiss. Zool. VIII. S. 86), dieses Verhältniss schon lange, hielt dasselbe jedoch früher für eine Leichenerscheinung. Jetzt stimme ich *M. Schultze* und *Müller* (Würzb. naturw. Zeitschr. III. S. 31) bei, die dasselbe als regelrecht betrachten. Der Verlauf der *Müller*'schen Fäden ist übrigens so, dass sie vom Mittelpuncte der *Fovea* nach allen Seiten ausstrahlen, und je näher der Mitte, um so mehr dem Wagerechten sich nähern, und nach aussen allmählich senkrecht sich stellen. Ob ein von *H. Müller* (l. c. S. 86) und *mir* (4. Aufl. S. 674) zuerst beschriebenes

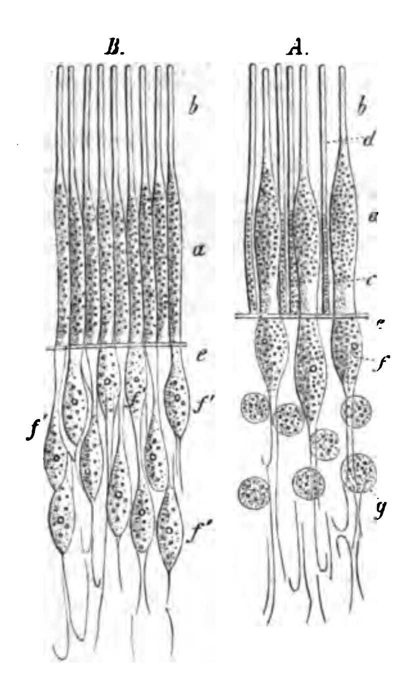


Fig. 486.

Fig. 486. Elemente der Stäbchenlage und äusseren Körnerschicht des Menschen von einer in *Müller*'scher Flüssigkeit erhärteten *Retina*. Vergr. 500. Nach *M. Schultze*. *A.* Vom Rande der *Macula lutea*. *B.* Von der Mitte der *Macula*, wo nur Zapfen sich finden. *a.* Zapfenkörper, *b.* Zapfenstäbchen, *c.* Stäbchen, Innenglied, *d.* Aussenglied. Die Stäbchenfasern sind bei *A.* nicht erhalten, wohl aber die Stäbchenkörner *g*; *f.* Zapfenkörner, die dicht an der *Limitans externa e.* sitzen, *f'.* ebensolche Körner, die durch eine kürzere oder längere Faser mit den Zapfen verbunden sind.

und später auch von *Henle* und *M. Schultze* geschildertes Verhalten, dass die Fasern dieser Schicht in gewissen Fällen mit zwei Krümmungen oder S förmig gebogen verlaufen, das typische ist, wird noch weiter zu untersuchen sein. — Eine fernere Eigenthümlichkeit dieser von den Zapfen ausgehenden Fäden, die *H. Müller* beim Chamäleon und Menschen entdeckt hat (Auge des Chamäleon, S. 35) ist die, dass an manchen Zapfen die Zapfenkörner nicht dicht an der *Limitans externa* sitzen, sondern erst in eine Faser sich ausziehen. So entsteht ein Verhalten, das dem der Mehrzahl der Stäbchen gleicht, welches auch bei *M. Schultze* sich dargestellt findet. Die Dicke der verschiedenen Lagen am gelben Flecke ist folgende: Lage der Nervenzellen 60—80 μ, feinkörnige graue Lage 45 μ, innere Körnerschicht 60—80 μ, Zwischenkörnerschicht 150 μ, äussere Körnerlage 30 μ, Zapfen 67 μ (118 μ *M. Schultze*). Die Stelle innerhalb welcher die Fasern der äussern Faserschicht schief verlaufen hat einen Durchmesser von etwa 4 mm.

Bindesubstanz der *Retina*. Alle Lagen der *Retina*, vor Allem aber die innern Schichten besitzen, wie die neueren Untersuchungen immer bestimmter ergeben, eine einfache Bindesubstanz als Grundlage, deren genauere Verhältnisse jedoch hier vielleicht noch schwerer zu ermitteln sind, als beim centralen Nervensysteme, vor Allem desswegen, weil die Nervenfasern der *Retina* selbst sehr wenig Eigenthümliches an sich tragen, und dann zweitens weil diese Haut in den Stäbchen und Zapfen und ihren Ausläufern Elemente so besonderer Art in sich birgt, dass sie ihres Gleichen kaum sonst wo haben. Nach Allem, was wir jetzt wissen, gehören die Elemente der Stäbchenlage mit ihren fadenförmigen Ausläufern und den äussern Körnern, die ich nun allein die *Müller*'schen Fäden nenne, dann ein Theil der Elemente der innern Körnerschicht, die mit diesen und den Ganglienzellen sich verbinden, den nervösen Theilen der *Retina* an. Dagegen kommen in den innern Lagen der Netzhaut vor Allem andere Fasern, die ich die Radialfasern oder Stützfasern heisse, vor, die man nun mit *H. Müller, Remak* und *M. Schultze* am besten als nicht nervöser Art auffasst, und zu diesen kommen dann noch, wie *M. Schultze* annimmt, viele feine Ausläufer dieser Elemente, die durch die ganze *Retina* ein mehr weniger entwickeltes feines Netzwerk bilden, dann ein Theil der Körner der innern Körnerschicht und die *Membr. limitans externa* und *interna*. *M. Schultze* bezeichnet diese Theile alle als bindegewebige Grundlage der *Retina*, wogegen ich, wie ich es schon früher angedeutet, die faserigen Elemente unter ihnen als einfache Bindesubstanz auffasse und für umgewandelte Zellennetze, ähnlich denen des *Reticulum* gewisser drüsiger Organe und des centralen Nervensystems, halte. Die *Membranae limitantes* betrachte ich als homogene Grundsubstanz der Bindesubstanz, ähnlich den *Basement membranes*.

Die Radial- oder Stützfasern, deren Entdeckung wir *H. Müller* verdanken, sind verhältnissmässig starke, die *Retina* meist senkrecht durchsetzende Fasern, die von der *M. limitans interna* leicht durch die Opticusausbreitung und die Lage grauer Substanz bis zur innern Körnerschicht sich verfolgen lassen, von hier an aber als leicht unterscheidbare Bildungen sich verlieren, wahrscheinlich jedoch mit zarten Fortsetzungen noch bis zur Stäbchenlage sich erstrecken. In der Opticusausbreitung sind die Radialfasern in ganz bestimmter Weise angeordnet, die nach den Gegenden des Auges etwas verschieden ist. Im Grunde des Auges und soweit die Opticusbündel nur schmale spaltenförmige Lücken zwischen sich haben, sammeln sich die Radialfasern in dünne, je nach der Grösse der Maschen des Nervengeflechtes mehr weniger ausgedehnte Blätter, und ziehen als solche durch die ganze Opticuslage hindurch, von welchem Verhalten sowohl Querschnitte durch die Opticusausbreitung, als Flächenansichten anschauliche Bilder geben. Erstere (Fig. 457) zeigen die zum Theil sehr dicken platten Bündel von Opticusfasern im Querschnitte als fein punctirte säulenförmige Massen und zwischen denselben wie stärkere Faserbündel, Durchschnitte der Blätter der Stützfasern, während die letztern in den Maschen des Nervengeflechtes

die Enden der Fasern in Form zierlicher schmaler Reihen dunkler Strichelchen und Puncte erkennen lassen, die bei Thieren nicht selten federförmig regelmässig nach beiden Seiten gerichtet erscheinen. Weiter nach vorn, wo die Maschen der Bündel der Opticuslage weiter werden, gewinnen die Blätter der Radialfasern immer mehr Dicke und zu vorderst endlich ziehen die Fasern, ohne weiter noch eine besondere Anordnung erkennen zu lassen, eine ziemlich nahe neben der andern gegen die Oberfläche, an welcher sie nun als eine fast zusammenhängende Lage dunkler Puncte erscheinen, welche nur an den Stellen der Nervenbündel und wo grössere Ganglienzellen sitzen, Unterbrechungen zeigt (Fig. 483). Die innern Enden der Radialfasern setzen noch durch die Opticuslage hindurch und erreichen die *Membrana limitans*, doch ist wegen ihrer grossen Zartheit und Vergänglichkeit ihr Verhalten hier ziemlich schwer zu erforschen. Nach Allem, was ich gesehen habe, glaube ich annehmen zu dürfen, dass die von *H. Müller* und mir schon früher gesehenen dreieckigen abgestutzten Anschwellungen (Fig. 489 *b*) und nicht auch häufig vorkommende Theilungen und Verästelungen das wahre Verhalten dieser Fasern an ihrem innern Ende darstellen. Diese Enden erscheinen, wenn eine ganz frische *Retina* auf einer Falte oder einem senkrechten

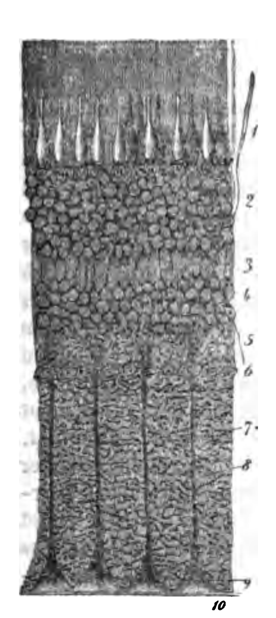


Fig. 487.

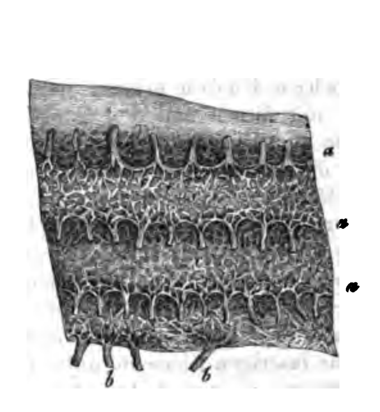


Fig. 488.



Fig. 489.

Schnitte untersucht wird, als ein heller, 4,5—6,7 μ breiter Saum zwischen der *Membrana limitans* und der Opticusausbreitung, und haben zur Annahme eines Epithels an dieser Stelle Veranlassung gegeben. Die hellen Kugeln nämlich, die *Bowman* (*Lectur.* Fig. 15) beschreibt, sind nichts anderes, als die inneren Enden

Fig. 487. Senkrechter Durchschnitt der *Retina* nahe am Opticuseintritte, 350mal vergr., vom Menschen. 1. Stäbchenlage, 2. äussere Körner, 3. Zwischenkörnerlage, 4. innere Körner, 5. feinkörnige freie Lage, 6. Nervenzellen in einfacher Schicht, 7. Opticusbündel im Querschnitte, 8. Radialfasern, dünne Blätter zwischen den Opticusbündeln bildend, 9. Enden derselben an 10. der *M. limitans*. (Nach der Retinatafel in *Ecker's Icon. phys.*)

Fig. 488. Ein Stückchen der *Membrana limitans* vom Grunde des Auges mit an derselben ansitzenden Radialfasern, 400mal vergr., von einem menschlichen Chromsäurepräparate. *a.* Reihen der Radialfasern, *b.* Enden dieser Fasern, *c.* scheinbares Netzwerk, das dieselben an der *Limitans* bilden.

Fig. 489. Radialfasern aus der menschlichen *Retina*, 350mal vergr. *a.* Innere Körner, *b.* innere Enden der Radialfasern, bei einer als dreieckige Anschwellungen, bei der andern verästelt erscheinend und der *Limitans c.* ansitzend, die nur an einer Stelle gezeichnet ist, *d.* äusserer Ausläufer einer Radialfaser, fein verästelt.

der Radialfasern, welche, wenn sie einander decken und namentlich wenn sie durch Wasser aufgequollen sind, das Bild rundlich eckiger, neben einander liegender Körper erzeugen. Die abgestutzten Enden der Radialfasern nun stossen an die Aussenfläche der *Membrana limitans* und lassen sich, namentlich an Chromsäurestücken und im vorderen Theile der *Retina*, wo die Stützfasern zahlreicher sind, nicht selten Stückchen der *Limitans* im Zusammenhange mit diesen Fasern erhalten (*H. Müller*, ich). Diess hat *M. Schultze* veranlasst, die *Limitans* ebenfalls zum Bindegewebe der *Retina* zu zählen und sie einfach als eine durch Verschmelzung der Enden der Radialfasern gebildete Haut anzusehen. Hierbei hat er jedoch mehrere von *H. Müller* und mir längst hervorgehobene zu einer andern Auffassung führende Thatsachen nicht beachtet. Erstens ist der Zusammenhang der *Limitans* und der Radialfasern durchaus kein inniger und lösen sich die letzteren, namentlich an frischen, aber auch an mit Reagentien behandelten Netzhäuten in der Regel mit der grössten Leichtigkeit von der *Limitans*. Zweitens findet sich die *Limitans* auch in Gegenden der *Retina*, wo die Radialfasern gänzlich fehlen, wie am gelben Flecke und am Opticuseintritte. Drittens endlich ist das chemische Verhalten beider ein ganz verschiedenes. Die Radialfasern sind äusserst leicht vergänglich und an einer nicht ganz frischen *Retina* entweder nur in Bruchstücken und schwer oder gar nicht zu erkennen. Bei Zusatz von Wasser und Essigsäure bersten ihre innern Anschwellungen und kommen aus denselben helle eiweissartige Tropfen heraus. Noch mehr werden die Fasern von verdünntem kaustischem Natron und Kali angegriffen, in welchen Substanzen sie in der kürzesten Zeit sich lösen. In Zucker und Schwefelsäure nehmen sie eine rothe, durch Salpetersäure und Kali eine gelbe Farbe an. Die *Limitans* reisst zwar leicht, wenn die innersten Retinalagen durch Wasser, Essigsäure und kaustische Alkalien zum Aufquellen gebracht werden, ist jedoch keineswegs so vergänglich, wie man hieraus zu schliessen geneigt sein könnte, denn sie widersteht Säuren und Alkalien lange, ebenso der Behandlung mit Wasser, auch färbt sie durch Zucker und Schwefelsäure sich nicht roth. Diesem zufolge ist die *Limitans* auch chemisch von den Radialfasern ganz verschieden, und stehe ich Alles zusammengenommen nicht an, zu behaupten, dass dieselbe nicht mit den Radialfasern zusammengehört, sondern eine Bildung für sich darstellt, die noch am zweckmässigsten den Glashäuten angereiht wird.

Wie in der Opticuslage, so sind die Radialfasern noch leicht durch die Lage der Nervenzellen und die reingraue Substanz zu verfolgen bis zur innern Körnerschicht. Hier verbinden sie sich unstreitig mit einem Theile der innern Körner, die, wie schon oben angegeben wurde, die Bedeutung kleiner Zellen haben, und von diesen gehen dann noch weiter fadige verästelte Ausläufer in die Zwischenkörnerschicht hinein, die an erhärteten Netzhäuten sehr oft wie im Zusammenhange mit den Stäbchen und ihren Fortsetzungen, den *Müller*'schen Fäden, erhalten werden. Ich glaubte daher früher mit *Müller* einen unmittelbaren Zusammenhang der Radialfasern und der Elemente der Stäbchenschicht annehmen zu dürfen. Seit jedoch *H. Müller* die Ansicht ausgesprochen hat, dass die Radialfasern nicht zu den nervösen Elementen der *Retina* gehören, welche in *M. Schultze*'s Erfahrungen eine kräftige Unterstützung gefunden hat, schliesse ich mich der Annahme an, dass die Radialfasern auch in den äussern Schichten der *Retina* ganz für sich bestehen und wahrscheinlich so enden, dass ihre feinen Ausläufer bis zur Begrenzungslinie der Stäbchenschicht oder der *Limitans externa* verlaufen, wie diess *M. Schultze* annimmt. Ich habe selbst eine Gegend in der menschlichen *Retina* gefunden (4. Aufl. S. 667), in welcher die Radialfasern in den äusseren Lagen der Haut fast ebenso ausgeprägt und stark sind, wie in den innern Theilen, und ganz deutlich mit verbreiterten Enden an die *Limitans externa* sich anheften, und diess ist der vorderste Theil der *Retina*, in der Nähe der *Ora serrata* (Fig. 493 *e*).

Hier ist nun der Ort, der neuen Darstellung von *Schultze* zu gedenken, nach welcher die Bindesubstanz der *Retina*, oder wie *Schultze* sagt, das Bindegewebe

dieser Haut ausser den Radialfasern auch noch aus zarten Ausläufern derselben bestehen soll, welche ein äusserst dichtes Netzwerk bilden, dessen Lücken nur mit den allerstärksten Vergrösserungen sichtbar sein sollen. Das, was man bisher in der inneren und äusseren feinkörnigen Lage als feinkörnige Substanz bezeichnete, soll nichts anderes sein, als dieses Netz und dasselbe ausserdem noch in allen übrigen Lagen der *Retina,* mit Ausnahme der Stäbchenschicht, sich finden und mit den Radialfasern ein zusammenhängendes *Stroma* für die nervösen Elemente bilden. Ich habe diese Angaben *Schultze*'s an der *Retina* des Ochsen und Menschen geprüft, es ist mir jedoch noch nicht gelungen, ganz überzeugende Bilder des feinen Netzes zu gewinnen, immerhin habe ich, beim Menschen namentlich, häufig häutige Anhänge an den Radialfasern gesehen, die mit der Linse 10 von *Hartnack* so aussahen, dass man nicht mehr entscheiden konnte, ob es sich um eine feinlöcherige oder körnige Bildung handelte. Andere Male waren solche Platten auch einfach gleichartig oder undeutlich faserig. Ferner ist es mir beim Menschen nicht zweifelhaft geblieben, dass die schon von *H. Müller* gesehenen seitlichen Anhänge der Radialfasern in den Körnerschichten ein gröberes Netz erzeugen, das die Körner in seine Lücken aufnimmt. Dagegen wage ich über das allfällige Vorkommen eines bindegewebigen Netzes in der Zwischenkörnerschicht und der inneren feinkörnigen Lage der grauen Substanz der *Retina* für einmal noch kein Urtheil.

Die anatomische Stellung der Radialfasern, mögen dieselben nun durch feine Netze verbunden sein oder nicht, scheint mir nicht zweifelhaft. Dass dieselben kein Bindegewebe sind, beweisen über jeden Zweifel ihre chemischen, oben erwähnten Eigenschaften, denen ich noch beifüge, dass sie auch in kochendem Wasser sich nicht lösen. Da nun auch an elastische und Muskelfasern, so wie, wie wir früher sahen, an nervöse Elemente nicht gedacht werden kann, so bleibt nur, wie ich es ausgesprochen, die Zusammenstellung mit den Bindegewebskörperchen und der einfachen Bindesubstanz, vor Allem mit der Form, die im centralen Nervensysteme und in den *Reticula* der Follikel des Darmes etc. sich findet. Dass die Radialfasern Zellenverlängerungen



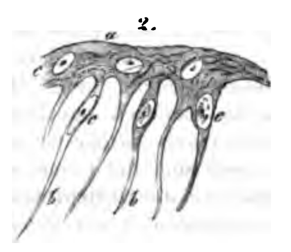


Fig. 490.

sind, oder wenn man lieber will, mit Zellenausläufern (denen der innern Körner) zusammenhängen, haben *Müller* und *ich* schon lange gezeigt, ich habe aber auch in den innersten Lagen der *Retina* des Menschen und des Ochsen Kerne in den Radialfasern und das Verschmelzen der Enden in eine kernhaltige feine Lage, die der *Limitans* anzuliegen schien, wahrgenommen, so dass nicht bezweifelt werden kann, dass wir es hier mit umgewandelten Zellen zu thun haben. Ausserdem kann nun auch noch an die schönen von *H. Müller* entdeckten Zellen der *Retina* der Fische erinnert werden, deren Vereinigung zu einem prächtigen Netze und Verschmelzung zu einer Art gefensterten Haut mit Kernen wahrgenommen wurde, Bildungen, die offenbar

Fig. 490. Radialfasern vom Menschen, 350mal vergr. 1. Vom vordern Ende der *Retina*, wo sie lange horizontal verlaufen. *a*. Kerntragende Anschwellung, *c*. Anschwellungen mit kleinen seitlichen Ausläufern, die dreieckig enden und wahrscheinlich an der *Limitans* sassen. Enden der *Müller*'schen Fasern *b*. aus den hinteren Theilen des Auges mit Kernen *c*. und wie in eine gleichartige Haut *a*. verschmelzend, die unmittelbar an der *Limitans* zu liegen schien.

auch zur Bindesubstanz der *Retina* gehören und, wie *M. Schultze* gesehen zu haben glaubt, mit den Radialfasern unmittelbar zuzammenhängen. Ist somit die Zellennatur der Elemente der Stützsubstanz der *Retina* unzweifelhaft, so wird, da auch ihre chemischen Verhältnisse mit denen zarter Bindegewebskörperchen stimmen, über die Stellung, die ich ihnen anwies, wohl kaum zu rechten sein.

Zum Schlusse ist nun noch der muthmaassliche Zusammenhang und die Bedeutung der wesentlichen Elemente der *Retina* zu besprechen. Gehen wir von den Ganglienzellen aus, so unterliegt es wohl kaum einem gegründeten Zweifel, dass alle Nervenfasern des *Opticus* mit den Ausläufern derselben sich verbinden, denn es ist der Uebergang dieser Ausläufer in varicöse blasse Fäden von der Beschaffenheit der Opticusfasern schon von vielen Beobachtern gesehen, eine andere Endigungsweise der letzteren dagegen noch von Niemand wahrgenommen worden. Von den in die äusseren Schichten der *Retina* dringenden Ausläufern der Ganglienzellen haben *H. Müller* und *ich*, wenigstens für den gelben Fleck, die bestimmte Beobachtung gemacht, dass dieselben mit den Körnern der innern Körnerschicht sich verbinden. Da nun einerseits von diesen mit den Zellen verbundenen Körnern auch noch Verlängerungen in die Zwischenkörnerschicht beobachtet wurden, und andererseits am gelben Flecke auch die von den Zapfen abgehenden *Müller*'schen Fäden bis in dieselbe Lage zu verfolgen sind, so darf wohl, wie *Müller* und *ich* es schon seit langem ausgesprochen haben, die Vermuthung als berechtigt aufgestellt werden, dass die Zapfen am gelben Flecke durch die *Müller*'schen Fäden mit den innern Körnern und diese wiederum mit den Ganglienzellen und Opticusfasern zusammenhängen, obschon der unmittelbare Zusammenhang aller dieser Theile noch von keinem Beobachter wahrgenommen worden ist. Sehr wesentlich unterstützt wird diese Auffassung durch die neuesten Untersuchungen *H. Müller*'s über die *Retina* des Chamäleon, bei welchem am gelben Flecke zwei ganz verschiedene Faserungen sich finden, eine radiale, die die Stäbchenlage (*Limitans externa*) und die innere Körnerschicht verbindet, von offenbar untergeordneter Natur (Bindesubstanz), und eine schiefe, die die Zapfenkörner und die Elemente der innern Körnerschicht untereinander vereint, was in hohem Grade die Vermuthung unterstützt, dass die schief verlaufenden Fasern der Zwischenkörnerschicht der menschlichen *Macula lutea*, nicht zur Bindesubstanz zählen. In Betreff des Zusammenhanges der Zapfenfasern und der innern Körner, so scheint übrigens aus den neuesten Untersuchungen hervorzugehen, dass jede dieser Fasern mit mehreren Körnern sich verbindet, und habe ich dem in Figur 492 dargestellten Schema die Angaben von *Hasse* zu Grunde gelegt. — Ist einmal für den gelben Fleck die Verbindung der Zapfen mit innern Körnern und den Ganglienzellen so zu sagen nachgewiesen, so wird man wohl, ohne zu irren, dasselbe auch für die übrige *Retina* annehmen dürfen, was dagegen die Stäbchen betrifft, so muss man bekennen, dass ihre Verhältnisse bei weitem nicht so offen daliegen. Immerhin scheint es mir in Berücksichtigung aller Thatsachen kaum anders möglich, als anzunehmen, dass auch sie wie die Zapfen zu den wesentlichen Bestandtheilen der *Retina* zählen, und mache ich namentlich aufmerksam erstens auf die grosse Uebereinstimmung der Zapfen mit Einschluss ihrer Stäbchen und der eigentlichen Stäbchen in ihrem Ansehen, ihrer chemischen Beschaf-



Fig. 491.

Fig. 491. Aus der *Retina* des Menschen, 350 mal vergr. *a*. Eine grosse Nervenzelle, *b*. Ausläufer derselben nach aussen zu *c*. einem innern Kerne (Zelle mit Kern), *d*. *Müller*'scher Faden, der von der Stäbchenlage zu diesem Kerne geht, *e*. zweiter Ausläufer der Nervenzelle, der zweifelsohne in eine Opticusfaser sich fortsetzt.

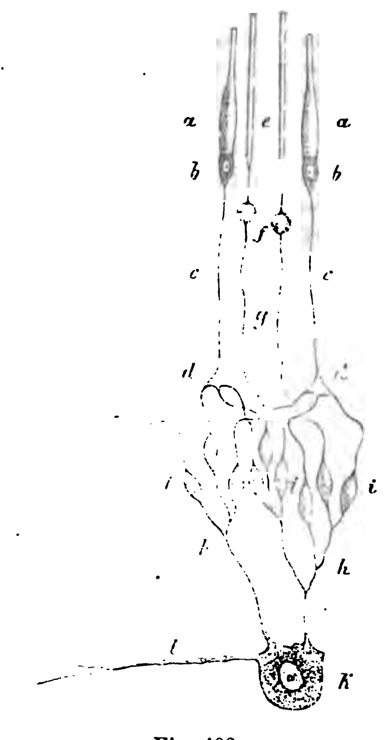


Fig. 492.

fenheit und ihren Beziehungen zu den äusseren Körnern und *Müller*'schen Fäden, ferner auf die grosse Aehnlichkeit der Zapfen der *Fovea centralis* des Menschen und des Chamäleon, auch in der Form mit Stäbchen, endlich auf den Umstand, dass es Thiere gibt (Haie und Rochen, *H. Müller* und *Leydig*; Fledermaus, Igel, Meerschweinchen, Maus, Maulwurf, Aal, *M. Schultze*), die in der ganzen *Retina* nur Stäbchen haben. Ich halte somit die Stäbchen anatomisch den Zapfen für gleichwerthig, und vermuthe, dass wo dieselben vorkommen, die Ausläufer der Ganglienzellen, die hier nachweisbar verästelt sind, durch die innern Körner — soweit diese nicht den Radialfasern angehören — sowohl mit den Stäbchen, als den Zapfen, d. h. deren Körnern und von ihnen ausgehenden *Müller*'schen Fäden, sich verbinden (Fig. 492).

Die Gefässe der *Retina* stammen aus der *Art. centralis retinae*, welche im *Opticus* gelegen ins Auge eintritt, und von der Mitte des *Colliculus nervi optici* mit 4—5 Hauptästen ihre Ausstrahlung beginnt. Anfänglich nur unter der *Membrana limitans* gelegen, dringen dieselben durch die Nervenfaserschicht in die Lage grauer Nervensubstanz, breiten sich unter zierlichen baumförmigen Verästelungen bis zur *Ora serrata* aus, und gehen mit ihren Endausläufern allerwärts in ein etwas weitmaschiges Netz sehr feiner (von 4,5 — 6,7 μ) Capillaren über, das vorzüglich in der Lage grauer Nervensubstanz, und wie *ich* mit *H. Müller* fand, auch in der innern Körnerschicht bis zur äussern Grenze derselben, zum Theil auch in der Opticusausbreitung seinen Sitz hat. Die Venen beginnen bei Thieren mit einem unvollständigen Kranze, *Circulus venosus retinae*, an der *Ora serrata*, verlaufen mit ihren Stämmen einfach neben den Arterien und sammeln sich zur *Vena centralis*, die neben der Arterie das Auge verlässt. Am gelben Flecke finden sich keine grösseren Gefässe, nur zahlreiche Capillaren und in der *Fovea centralis* mangeln die Gefässe ganz und gar. — Nerven habe ich an den Gefässen der *Retina* noch stets vermisst, dagegen fand ich an der Aussenseite der grösseren Gefässe hie und da Spuren eines begleitenden Fasergewebes, das den *Reticula* von Bindegewebskörperchen anderer Orte noch am Nächsten kam.

Ciliartheil der *Retina*. Wenn auch alle wesentlichen Retinabestandtheile: Opticusfasern, Nervenzellen, Körner und Stäbchen sammt Zapfen an der *Ora serrata* enden, so hat die Netzhaut hier doch keinen freien Rand, sondern setzt sich als eine zarte grauweisse Lage über die ganze *Corona ciliaris* bis an den äusseren Rand der

Fig. 492. Schema des Zusammenhanges der Retinaelemente. *a.* Zapfen, *b.* Zapfenkörner, *c.* Zapfenfaser, *d.* Anschwellungen derselben an der äusseren feinkörnigen Lage, die durch je 3 (?) feine Fasern mit den innern Körnern *i.* sich verbinden, *e.* Stäbchen, *f.* Stäbchenkörner, *g.* Stäbchenfasern zu innern Körnern sich begebend, *h.* Ausläufer einer Nervenzelle zu den innern Körnern, *l.* Ausläufer in die Opticusschicht und selbst eine Opticusfaser darstellend.

hinteren Irisfläche fort, welche als *Pars ciliaris retinae* bezeichnet werden kann. Dieses Häutchen von 40—45 μ Dicke haftet sehr innig sowohl an den Ciliarfortsätzen, als an der nach innen daran befindlichen *Zonula Zinnii* (siehe unten), und folgt der letzteren immer theilweise beim Ablösen derselben, häufig zugleich mit einigem Pigment. Untersucht man diesen Theil der *Retina* an senkrechten Schnitten in Chromsäure erhärteter Augen, so ergibt sich, dass derselbe beim Menschen aus z. Th. sehr langen und schmalen, z. Th. weiter nach vorn aus kürzeren walzenförmigen Zellen besteht, welche durch ihre regelmässige Anordnung und ihre schönen Kerne sehr an Epithelzellen erinnern, doch war mir auffallend, dass bei den längeren Zellen die innern Enden verschmälert sind, und dann mit breiten dreieckigen Enden oder gabelig getheilt an eine Begrenzungsschicht sich ansetzen, die ich zufolge neuer Untersuchungen (Handb. 4. Aufl.) für nichts anderes als eine Fortsetzung der *Limitans interna* halte, die somit bis an den Rand der *Iris* sich erstrecken würde. Erinnern schon hierin diese Zellen sehr an die Radialfasern der eigentlichen *Retina*, so ergibt auch eine genaue Untersuchung des vordersten Endes der eigentlichen *Retina*, dass die fraglichen Zellen in der That deutlich durch Umwandlung der Radialfasern der *Retina* sich hervorbilden und ganz allmählich aus denselben hervorgehen, die hier, wie schon oben angegeben wurde, eine ausnehmende Entwickelung zeigen und in der ganzen Dicke der *Retina* zwischen beiden *Limitantes* ausgespannt sind. Somit besteht der Ciliartheil der *Retina* einzig und allein aus verkürzten Radialfasern, und liegt hierin ein neuer, wie mir scheint, sehr guter Beweis für die Annahme, dass diese Fasern nur Bindesubstanz sind. — Sollte Jemand in Frage stellen wollen, ob der Ciliartheil der *Retina* wirklich noch zur *Retina* gehöre, so wäre zu erinnern, dass beim Embryo die *Retina* entschieden so weit nach vorn reicht als die *Chorioidea*, deren Pigmentzellenlage, wie ich gezeigt habe, aus der äussern Lage der embryonalen secundären Augenblase sich entwickelt, während die innere zur *Retina* wird. — Ueber das vordere Ende der eigentlichen *Retina* bemerke ich noch, dass dasselbe meist so sich darstellt, wie in der Fig. XV der Retinatafel der *Icon phys.* von *A. Ecker*, in welcher jedoch der Ciliartheil der Haut nicht richtig gezeichnet ist. Eine Kante, wie die Fig. 493 sie zeigt, ist dagegen selten.

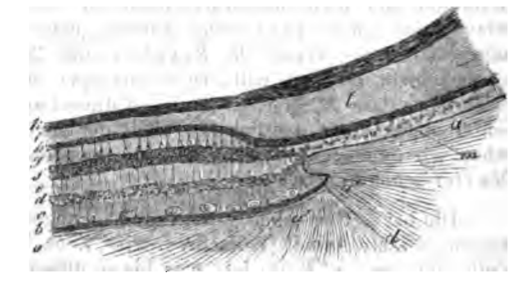


Fig. 493.

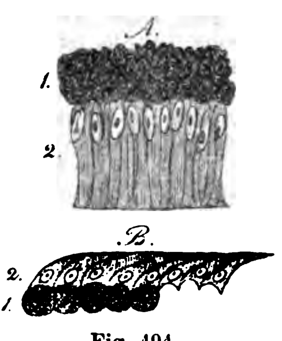


Fig. 494.

Fig. 493. Senkrechter Schnitt durch das vordere Ende der *Retina* des Menschen, etwa 60 mal vergr. *a. Hyaloidea*, *a'.* Faserstreifen, die am vordern Ende der *Retina* von der *Hyaloidea* in den Glaskörper eingehen, *b. Limitans* und horizontale Faserlage der *Retina*, *c.* Lage grauer Nervensubstanz mit einzelnen Zellen, *d.* innere Körner, *e.* Zwischenkörnerlage, *f.* äussere Körner, *g.* Stäbchenlage mit Zapfen, *h.* schwarzer Farbstoff, *i.* mittlere Lage der *Chorioidea*, *k.* äussere Farbstoffschicht derselben, *l.* Anfang eines *Processus ciliaris*, *m. Pars ciliaris retinae.*

Fig. 494. *Pars ciliaris retinae.* *A.* Vom Menschen. *B.* Vom Ochsen, 350 mal vergr. 1. Farbstoffzellen, 2. Zellen des Ciliartheiles selbst.

In Betreff der Bezeichnung der Retinalagen finde ich keinen Grund von der von *H. Müller* und *mir* gewählten Nomenclatur abzuweichen und vermag ich in den von *Henle* vorgeschlagenen neuen Namen keinen Gewinn zu erkennen. Nur in der Zerfällung der Zwischenkörnerschicht in zwei Lagen habe ich mir eine Aenderung erlaubt und zwei *Henle*'sche Namen, jedoch den einen in deutscher Uebersetzung, angenommen. — Wenn *M. Schultze* die äussere Faserschicht nicht zur Zwischenkörnerschicht rechnen will, so ist dagegen natürlich nichts zu sagen, nur muss ich bemerken, dass *H. Müller* und *ich* diese Lage in allen unseren Abbildungen und Beschreibungen als wesentlichsten Theil der Zwischenkörnerschicht bezeichnet haben, obschon wir ganz gut wussten, dass die meisten Fasern dieser Lage eine Fortsetzung der *Müller*'schen Fasern sind.

Die bei weitem wichtigsten Untersuchungen über die *Retina* sind die von *H. Müller*, dessen grössere Arbeit (Zeitschr. f. wiss. Zool. VIII. [1856] S. 1) namentlich nicht nur das Vollständigste und Beste ist, was bis zu dieser Zeit geleistet wurde, sondern auch schon fast Alles angedeutet enthält, was die späteren Jahre noch zu Tage förderten. *H. Müller* verdanken wir vor Allem die fruchtbare Entdeckung, dass die Stäbchen und Zapfen durch Ausläufer mit den innern Theilen der *Retina* sich verbinden, welche der Ausgangspunct einer ganz neuen Auffassung der anatomischen und physiologischen Bedeutung dieser Elemente geworden ist. Und wenn auch *H. Müller*, ebenso wie *ich*, der ich zuerst seine Angaben auch an der menschlichen *Retina* prüfte, anfänglich sich der Vermuthung hingab, dass auch die ebenfalls von ihm entdeckten Radialfasern in den innern Lagen der *Retina* zu den wesentlichen Theilen dieser Haut gehören und mit den von den Zapfen und Stäbchen ausgehenden Fäden zusammenhängen, so war er doch auch der Erste, der (Würzb. Verh. IV. S. 99) die Frage besprach, ob die ersteren nicht eine andere Bedeutung haben, vor Allem gestützt auf das Fehlen derselben am gelben Flecke und ihre Verbindung mit der *Limitans*. In seiner ausführlicheren Abhandlung äusserte er sich in dieser Beziehung noch bestimmter und bezeichnete die Radialfasern als eine Art indifferenter Substanz oder Bindesubstanz, ohne jedoch desswegen die Nöthigung zuzugeben, die Verbindung dieser Elemente mit den ächt nervösen Theilen zu läugnen. Mittlerweile hatte schon *Remak* alle Radialfasern — so nannte *Müller* ursprünglich alle die *Retina* senkrecht durchsetzenden Fasern mit Inbegriff der Fortsetzungen der Elemente der Stäbchenschicht — als bindegewebigen Stützapparat bezeichnet, und *Blessig* sogar die Behauptung ausgesprochen, dass die *Retina* gar keine andern nervösen Elemente als die Opticusfasern enthalte, Behauptungen, deren theilweise Widerlegung *Müller* und *mir* nicht schwer wurde. Mich selbst hatte besonders das chemische Verhalten der Radialfasern im engern Sinne, d. h. der innern Enden derselben, das von mir zuerst genauer geprüft worden war, veranlasst, ihre Beziehung zu den wesentlichen Elementen der *Retina* festzuhalten und diese Auffassung selbst dann nicht bestimmt aufzugeben, nachdem *H. Müller*, dem später (1856) auch *M. Schultze* sich anschloss, für die indifferente Natur derselben sich ausgesprochen hatten, indem in der damaligen Zeit keine anderen als nervöse Elemente bekannt waren, die zu den gefundenen Reactionen passten. Wenn ich nun nichts desto weniger seit 1863 entschieden für ihre Zusammengehörigkeit mit dem Gewebe der Bindesubstanz mich ausgesprochen, so geschah es einmal, weil ich durch eigene Untersuchungen, die in diesem Werke (4. Aufl.) niedergelegt sind, von der mächtigen Verbreitung einer einfachen Bindesubstanz aus Netzen von Bindegewebskörperchen im ganzen centralen Nervensysteme mich überzeugt, und zweitens weil ich gefunden habe, dass alle zarteren Zellennetze der einfachen Bindesubstanz im Nervensysteme, der Milz, der *Thymus*, den Follikeln des Darmes u. s. w., in chemischer Beziehung sich ganz ebenso verhalten, wie die von mir sogenannten Radialfasern der *Retina*. Hierzu kam dann noch die schöne neuere Arbeit von *M. Schultze* über die *Retina*, welche das ausgedehnte Vorkommen selbständiger, nicht nervöser Elemente in der *Retina*, wenn auch vielleicht nicht vollkommen beweist, doch in hohem Grade wahrscheinlich macht, und ferner die sehr wichtige Untersuchung *H. Müller*'s über die *Retina* des Chamaeleon, der zufolge am gelben Flecke und weiter in den äusseren Lagen der *Retina* entschieden zweierlei Arten von Fasern da sind, von denen die einen senkrecht verlaufenden mit den Radialfasern der inneren Netzhautlagen des Menschen übereinstimmen, die anderen schief verlaufenden allein mit den Zapfen sich verbinden. Von den neuesten Arbeiten über die *Retina* sind besonders erwähnenswerth die von *M. Schultze* und *Henle*. *Henle* hat, indem er die Chromsäure und das chromsaure Kali u. s. w. für unsichere Re-

agentien erklärt, die *Retina* vorzüglich frisch und in Alkohol erhärtet untersucht, und so wird es allerdings erklärlich, dass er Vieles von dem nicht gesehen, was ein so umsichtiger und treuer Beobachter, wie *H. Müller*, als Frucht jahrelanger Bemühungen aufgestellt hatte. Durchgeht man *Henle*'s Schilderung der *Retina*, so findet man allerdings überall die Spur des ausgezeichneten Anatomen, allein man fühlt sich schliesslich doch veranlasst zu bedauern, dass derselbe in Unterschätzung der Chromsäure so viel Zeit an die wenig brauchbaren Alkoholpräparate gewendet hat. Mit *M. Schultze*'s Arbeiten dagegen muss ich mich wesentlich als im vollkommenen Einklang befindlich erklären, und weiss man oft nicht, was man mehr anerkennen soll, die Feinheit der Beobachtungen oder den Scharfsinn, mit welchem die anatomischen Thatsachen für die Physiologie nutzbar gemacht werden. Und wenn es auch hie und da scheinen mag, als ob der Gedankenflug dieses Forschers ein gar zu kühner sei, so wird man doch meist dadurch versöhnt, dass den Thatsachen kein Zwang angethan wird und dass jede Hypothese wieder als Quelle neuer Fortschritte im anatomischen Gebiete sich gestaltet. — Ausserdem verdienen auch die vergleichend-anatomischen Arbeiten über die Augen niederer Thiere von *Leydig*, *Hensen*, *Babuchin* und *M. Schultze* alles Lob, und kann ich nur bedauern, dass es mir an diesem Orte nicht möglich war, auch auf solche Fragen einzugehen. — In Betreff des Zusammenhanges der wesentlichen Retinaelemente ist in neuerer Zeit, seit *Müller* und *ich* den Zusammenhang der Ganglienzellen am gelben Flecke mit den innern Körnern darlegten, namentlich darin ein Fortschritt geschehen, als durch *M. Schultze* der Uebergang der Anschwellungen der Zapfenfasern in feinere Fäserchen dargethan und die Stäbchenfasern noch bestimmter als durch *Müller* und *mich* als von den Radialfasern verschiedene Bildungen nachgewiesen wurden. Im übrigen müssen immer noch die Beziehungen der Stäbchen- und Zapfenfasern oder der von mir sogenannten *Müller*'schen Fasern zu den inneren Theilen der *Retina*, vor allem zu den innern Körnern und Nervenzellen als nur mit Wahrscheinlichkeit vermuthet, aber nicht wirklich erkannt, bezeichnet werden.

Mit Bezug auf Einzelnheiten bemerke ich nur noch Folgendes:

Der Bau der Stäbchen und Zapfen ist nach mehreren Seiten noch nicht mit Sicherheit erkannt. Erstens kommen, wie *H. Müller* gezeigt hat, bei Fischen Bilder vor (Zeitschr. f. wiss. Zool. VIII. S. 8. Taf. I. Fig. 3 *ef*), welche auf die Anwesenheit einer zarten Hülle an den Stäbchen hindeuten, welche auch *Ritter* für die Stäbchen des Frosches annehmen zu müssen glaubt. Ebenso hat *M. Schultze* beim Huhne am Innengliede der Stäbchen membranartige Bildungen gesehen, die auch auf den Anfang des Aussengliedes übergingen. Da die Stäbchen als Verlängerungen von Zellen, den Stäbchenkörnern, sich entwickeln, so wäre das Vorkommen einer besonderen Hülle an ihnen leicht begreiflich, doch möchte dieselbe doch wohl noch nicht mit der nöthigen Bestimmtheit dargethan, und die von *M. Schultze* angedeutete Möglichkeit, dass die vermeintliche Hülle nur eine schwach brechende Grundsubstanz sei, für einmal ebenso berechtigt sein. Eher könnte man eine Hülle der Zapfen anzunehmen geneigt sein (s. meine Mikr. Anat. II. 2. S. 657 u. *H. Müller*, l. c. p. 9. Taf. I. Fig. 3 *g*), doch ist auch hier besser, die Entscheidung noch zurückzuhalten. Ein zweiter Punct, der Beachtung verdient, ist der, ob die Stäbchen nicht im Innern eine dem Axencylinder der Nervenfasern verwandte Bildung führen. Nachdem schon *H. Müller* in den Stäbchen des Frosches in gewissen Fällen einen besonderen mittleren Streifen beobachtet hatte (l. c. p. 28 und Taf. I. Fig. 4 *f*), ebenso früher *Hannover* (*Rech. micr.* Tab. IV. Fig. 52 an zwei Stellen), untersuchte *C. Ritter* diese Angelegenheit weiter, und glaubt derselbe an mit Chromsäure behandelten Stäbchen des Frosches sich überzeugt zu haben, dass dieselben innerhalb der Hülle eine helle Rindenschicht, die in Chromsäure krümlich wird und in dieser einen mittleren Faden enthalten, welcher nach aussen meist leicht knopfförmig angeschwollen ist und am andern Ende aus dem offenen Ende des Stäbchens hervortritt, um sich mit dem Stäbchenkorne zu verbinden. Diese Angaben verdienen alle Beachtung, und würden diese Umwandlungen der Stäbchen durch Chromsäure, wenn sie sich als beständig eintretend erweisen sollten, auf jeden Fall auf verschiedene Bestandtheile derselben schliessen und ihre Aehnlichkeit mit Nervenfasern, die ich schon seit Langem betone, noch mehr hervortreten lassen. Für einmal ist jedoch diese Angelegenheit noch nicht als erledigt anzusehen, da die Stimmen der Beobachter noch zu getheilt sind, denn während *Manz*, *W. Krause* und *Schiess* die Angaben von *Ritter* bestätigen, konnten *Braun*, *Hulke* und *Steinlin* (in den

Zapfen sah *St.* ein Axengebilde (den »*Ritter*'schen Faden« nicht finden und auch *W. Krause* sich nicht von dem ursprünglichen Vorhandensein desselben überzeugen. *M. Schultze*, der noch in seiner grossen Retinaarbeit (1866) keine bestimmte Thatsache zu Gunsten des *Ritter*'schen Fadens anzuführen wusste (pag. 219), hat erst kürzlich beim Huhne und einem Affen Andeutungen solcher Gebilde gesehen (Stäbchen und Zapfen der *Retina*, S. 222. Taf. XIII. Figg. 2. 5), enthält sich jedoch eines bestimmten Urtheils, wogegen *Hensen* für den Frosch bestimmt an *Ritter* sich anschliesst.

In Betreff der zwei Abtheilungen der Stäbchen und Zapfen schliesse ich mich wesentlich an das vorsichtige Urtheil an, das *H. Müller* in seiner grösseren Retinaarbeit und auch in der Würzb. naturw. Zeitschr. III. S. 26 abgegeben hat. Wenn aber auch eine Grenze des Innen- und Aussengliedes der Stäbchenschicht an ganz frischen Theilen vielleicht nicht sichtbar ist, so können dieselben nichts destoweniger aus chemisch und physikalisch mehr weniger verschiedenem Material bestehen und möglicherweise physiologisch verschiedene Leistungen besitzen, und verdienen daher die nach dieser Seite gehenden Bemühungen von *Braun* und *W. Krause*, vor allem aber die ausgezeichneten Untersuchungen von *M. Schultze* alle Anerkennung. Auf der andern Seite möge man aber auch dessen eingedenk sein, dass scheinbar bedeutende Verschiedenheiten nach dieser und jener Seite — ich erinnere hier nur an dunkelrandige und blasse Nervenfasern — nicht nothwendig sehr wesentliche sind und die Nothwendigkeit der Annahme ganz verschiedener Verrichtungen begründen.

Die »linsenförmigen Körper« von *Max Schultze*, denen derselbe grosses Gewicht beilegen zu dürfen glaubt, finden sich bei *H. Müller* bestimmt erwähnt und dargestellt. So sagt er von den Stäbchen des Barsches (l. c. pag. 8), dass »häufig eine kleine Partie der stärker lichtbrechenden Substanz des äusseren Theiles des Stäbchens durch die Querlinie (d. h. die Grenze des Aussen- und Innengliedes [*ich*]) mit getrennt sei und dann ein Klümpchen bilde, welche von dem übrigen Theile der blassen Spitze mehr und mehr sich abgrenze«. In den Zapfen desselben Fisches bildet er den »linsenförmigen Körper« fast genau so wie *M. Sch.* ab (Taf. I. Fig. 3). Ganz gleiches meldet *H. Müller* von den Stäbchen und Zapfen des Frosches (pag. 27 und 30, Fig. 4 *a* und *c*), den Stäbchen der Taube (pag. 36), und hat er auch an den Zapfen des Menschen andeutungsweise solche Verhältnisse erkannt (p. 49). *M. Schultze* hat die »linsenförmigen Körper« bei Stäbchen und Zapfen von Thieren aus allen Wirbelthierabtheilungen gesehen, bei andern dieselben jedoch auch vermisst. Manchmal wie beim Frosche, Salamander und Hechte waren dieselben schon an ganz frischen Elementen (Fig. 476, *B*, 1 *c*), andere Male erst bei eintretenden Veränderungen sichtbar, und ist *M. Sch.* offenbar nicht Willens, sich ganz bestimmt für ihr Vorkommen im ganz natürlichen Zustande auszusprechen.

Die Zerklüftungen der Stäbchen der Quere nach sind seit *Hannover* (*Rech. micr.* Taf. IV. Fig. 52, Taf. V. Fig. 60, 65) wohl jedem Mikroskopiker bekannt, und hat *H. Müller* solche auch von den Zapfenstäbchen der Fische beschrieben (l. c. pag. 9). Dieselben wurden wohl allgemein als Zersetzungserscheinungen gedeutet, und erklärte ich insbesondere (Mikr. Anat. II. 1. S. 660), dass »das häufige Auftreten von Querstreifen an den Stäbchen, das Brechen derselben in die Quere von einer Sonderung des Inhaltes derselben beim Gerinnen in quere Scheiben herrühre und noch am meisten an die Veränderungen der Dotterplättchen der Fische und Amphibien durch Essigsäure erinnere, die *J. Müller* (Abh. d. Berl. Akad. 1842. S. 36) und *Virchow* (Zeitschr. f. wiss. Zool. IV. S. 238) beschrieben«. — In neuester Zeit hat nun *M. Schultze* diese Zerklüftungen zum Gegenstande einer sorgfältigen Untersuchung gemacht und nachgewiesen, dass das Zerfallen in Scheiben einzig und allein den Aussengliedern der Stäbchen und Zapfen zukommt, an denen es theils von selbst im *Serum*, theils bei vorsichtigem Zusatz von etwas Wasser oder verdünnter Essigsäure sich zeigt. *M. Sch.* glaubt an den genannten Aussengliedern zwei Substanzen annehmen zu dürfen und zwar einmal eine mit der Substanz der Innenglieder verbundene, schwach lichtbrechende Grundsubstanz, die wahrscheinlich Nervensubstanz sei, und zweitens in diese eingelagerte, zu Plättchen gruppirte, stark- und doppelbrechende Molecule, und reiht er an diese Annahme bestimmte physiologische Andeutungen. So sinnreich und anregend die letzteren auch sein mögen, so wird es doch wohl als die erste Aufgabe der Wissenschaft erscheinen, die anatomische Basis genau festzustellen, und in dieser Beziehung möchte doch wohl auch *M. Schultze* mit mir die Meinung theilen, dass es noch nicht gelungen ist, einen vollen Einklang in alle die Angaben

über Längs- und Querstreifung, Hülle, Scheiben und Zwischensubstanz, lichtbrechende Körper, *Ritter*'schen Faden und Mark zu bringen, und dass daher auch diejenigen nicht ganz ohne Berechtigung sind, die es für zweckmässiger halten, die Stäbchen und Zapfen für einmal, wie *H. Müller* und *ich* seiner Zeit uns aussprachen, einfach als lichtempfindende und zugleich katoptrische Apparate zu erklären, ohne sich in specielle Deutungen der Leistungen ihrer einzelnen Theile einzulassen.

Mit Bezug auf die Körnerschicht ist von verschiedenen Seiten, besonders auch von *M. Schultze*, die Beobachtung *H. Müller*'s bestätigt worden, dass in der innern Körnerschicht zweierlei Elemente vorkommen, von denen die einen mit den Radialfasern verbunden sind. Beim Menschen gelang es bekanntlich *H. Müller*, hier zweierlei solche Elemente mit Sicherheit zu unterscheiden, indem die einen innern Körner bipolar, die andern multipolar sind. Ich glaubte früher, die letztern als mit den Stäbchen verbunden ansehen zu dürfen, bin jedoch in neuerer Zeit in dieser Beziehung wieder unsicher geworden. Dagegen habe ich in der Nähe der *Ora serrata* des Menschen in der inneren Körnerschicht ganz bestimmt neben den gewöhnlichen Körnern grössere rundliche und länglichrunde Kerne mit *Nucleolis* gesehen, die den Radialfasern angehören. Ferner habe ich beim Ochsen in der Zwischenkörnerschicht Gebilde gefunden, welche den von *H. Müller* in der Fischretina entdeckten, wagerecht liegenden grossen Zellen entsprechen, die auch *M. Schultze* bestätigt hat. Es fanden sich nämlich hier wagerecht liegende grössere Zellen mit deutlichen Kernen und ebenfalls wagerecht abgehenden Ausläufern, die auf senkrechten Schnitten wie bipolare Nervenzellen sich ausnahmen, höchst wahrscheinlich jedoch ebenfalls nur der Bindesubstanz der *Retina* angehören. Dass die äusseren Körner alle mit Stäbchen und Zapfen verbunden sind, halte ich für ganz ausgemacht, obschon *Henle* die eine Verbindung läugnet (s. übr. *Henle*'s Jahresber. von 1866. S. 125), und bemerke ich noch, dass *M. Schultze* die Verbindungen der Stäbchen mit äusseren Körnern auch an frischen Präparaten gesehen hat. Stäbchen- und Zapfenfasern sind übrigens noch lange nicht hinreichend erforscht. Bei den Zapfenfasern zeichnet vom Flussbarsche *H. Müller* die kegelförmige Verbreiterung an der Aussenseite der äusseren feinkörnigen Schicht, womit *M. Schultze* vollkommen und *Henle* wenigstens für die Fälle übereinstimmt, in denen seine äussere Faserschicht fehlt. Ist diese da, so liegen nach ihm die kegelförmigen Körperchen an der Aussenseite der äusseren Faserschicht (*Splanchn.* Fig. 501 *B*, 502, 515), eine Angabe, die *M. Schultze* als unrichtig bezeichnet, wogegen *Henle* auf seine Präparate sich stützt, die auch *Hasse* gesehen hat. Ferner scheinen nach *H. Müller* und *Henle* diese Verbreiterungen auch fehlen zu können und ist mit Bezug auf die Zahl der Ausläufer derselben (nach *Schultze* viele, nach *Hasse* 3) auch noch keine Uebereinstimmung erzielt. — In der Zwischenkörnerschicht beschreibt *Henle* in der Nähe der *Ora serrata* eigenthümliche, wahrscheinlich mit Flüssigkeit erfüllte Lücken, die, wenn auch nicht beständig, doch zu häufig und regelmässig seien, um sie für krankhaft zu erklären. Ich kenne diese schon im Jahre 1855 von *Blessig* beschriebenen Lücken schon seit Langem, habe mich aber bis jetzt nicht entschliessen können, dieselben als normale Bildungen anzusehen.

Ueber die Eintrittsstelle des *Opticus* vergleiche man die besonders mit Rücksicht auf die Ophthalmoskopie angestellte Untersuchung von *H. Müller*.

In Betreff der *Macula lutea* ist besonders der schiefe Verlauf der Fasern in der Zwischenkörnerschicht noch weiter zu untersuchen. *Bergmann* erwähnt einfach einen schiefen Verlauf der Fasern, so dass dieselben in der Mitte der *Fovea* wagerecht zur innern Körnerschicht verlaufen, dann schief sich stellen, in der Art, dass die innern Enden der Fasern weiter von der Mitte der *Fovea* abstehen, als die äusseren, und endlich ganz sich aufrichten. *H. Müller*, der unabhängig von *Bergmann* diese schiefe Faserung auch gesehen hatte (Zeitschr. f. wiss. Zool. VIII. S. 86), neigte sich zuerst der Ansicht zu, dass dieselbe nur Leichenerscheinung sei, hervorgebracht durch die grosse Dehnungsfähigkeit der Fasern dieser Lage am gelben Flecke, ohne jedoch bestreiten zu wollen, dass möglicherweise bis zu einem gewissen Grade ein schiefer Verlauf der Fasern regelrecht sich finde; später, nachdem er beim Chamäleon den ausgezeichnet schrägen Verlauf der Fasern der Zwischenkörnerschicht in einem grossen Theile der *Retina* gefunden hatte, schloss er sich an *Bergmann* an, ohne Weiteres über die menschliche *Retina* anzugeben. Nach *M. Schultze* erstreckt sich beim Menschen die schiefe Faserung, die am Rande der *Fovea centralis* beginne, im Meridionalschnitte 2 mm, im Aequatorialschnitte 1,5 mm weit. Ich sah die

Faserung, die ich wie *Müller* schon lange kenne, aber früher für zufällig entstanden hielt, bisher in zwei Formen, einmal so, wie sie *Bergmann* beschreibt, mit wagerechten und schiefen Fasern in der Zwischenkörnerschicht, und zweitens so, dass die Fasern bei im Allgemeinen ziemlich senkrechtem Verlaufe an einer Stelle eine doppelte, fast rechtwinklige Knickung erlitten, so dass eine Strecke der Faser vollkommen wagerecht verlief. Dadurch, dass diese wagerechten Theile der Fasern bei ganzen Fasergruppen in der nämlichen Höhe sich fanden, entstand ein wagerechter, schmaler Faserzug in der äusseren Faserschicht, der in der Mitte der *Macula lutea*, dicht an der innern Körnerschicht, seine Lage hatte, und je weiter nach aussen, um so mehr der äussern Körnerschicht sich näherte, bis er endlich ihre innere Grenze erreichte und noch längs derselben eine Strecke weit hinlief, um endlich der gewöhnlichen Faserung Raum zu geben. Eine ähnliche Faserung beschreiben auch *Henle* und *M. Schultze* als die einzig Vorkommende, doch werden in dieser Beziehung wohl erst weitere Untersuchungen ergeben, was eigentlich die Regel ist.

Die Grenze zwischen Glaskörper und *Retina* wird nach *Henle* von einer einzigen Haut der *Limitans hyaloidea H.* gebildet, die bei jungen Thieren in regelmässigen und weiten Abständen Zellen einschliesse (an einer andern Stelle heisst es, an der innern Fläche Zellen trage) und manchmal auf kürzere oder längere Strecken dem Glaskörper folge. Diese *Limitans hyaloidea* ist nichts anderes, als was *H. Müller* und *ich* stets als *Limitans retinae* beschrieben haben und was ich anders zu bezeichnen keinen Grund habe, da diese Haut, mag nun eine besondere *Hyaloidea* existiren oder nicht, nicht dem Glaskörper, sondern, wie ich in der 4. Aufl. pag. 671 schon angab, der *Pars ciliaris retinae* folgt, mithin bis auf die vordersten Enden der Ciliarfortsätze und den Rand der *Iris* sich erstreckt, welchen Theil der *Limitans* auch *Henle* gesehen zu haben scheint (p. 674) und durch eine vordere zweite Spaltung seiner *Limitans hyaloidea* erklärt! Uebrigens gibt es eine besondere *Hyaloidea* neben der *Limitans*, worin auch *M. Schultze* (Anat. und Phys. d. Retina, pag. 264) mir beistimmt, und gehört die *Zonula Zinnii* einzig und allein zu dieser Haut.

Die Frage nach dem, was in der *Retina* Bindesubstanz ist und was zu den nervösen Elementen zählt, wird wohl noch längere Zeit unerledigt bleiben, und brauche ich nur zu erwähnen, dass *M. Schultze*, unstreitig der glücklichste und erfahrenste unter den neuesten Untersuchern der *Retina*, der die Stäbchen und die von ihnen ausgehenden *Müller*'schen Fäden, sowie die schmalen Zapfen am gelben Flecke zu den nervösen Elementen zählt, vor wenigen Jahren noch erklärt hat, dass die Zapfen in den andern Theilen der *Retina* und selbst in den äusseren Theilen des gelben Fleckes mit bindegewebigen Elementen zusammenhängen, sowie dass die Hauptmasse der schiefen Fasern am gelben Flecke bindegewebig sei, um zu zeigen, dass es auch den neuern Beobachtern kaum besser ergeht, als *H. Müller* und *mir* bei unsern ersten Untersuchungen, und dass auch die Neuzeit das Räthsel noch lange nicht gelöst hat. Die Schwierigkeiten der Untersuchung der *Retina* liegen darin, dass die einfache Bindesubstanz in Form von Netzen zarter Zellen, die hier sich findet, und die nervösen Elemente anatomisch und chemisch so übereinstimmen, dass es kaum möglich ist, aus dem Verhalten eines einzelnen getrennten Elementes, sei es nun eine Faser oder eine Zelle, zu entscheiden, ob dasselbe nervös ist oder nicht. Diese Schwierigkeit wird noch dadurch vermehrt, dass offenbar die beiderlei Elemente aufs innigste sich verflechten und durchkreuzen, so dass bei künstlichem Erhärten leicht Verbindungen entstehen, von denen schwer zu sagen ist, ob sie natürliche sind oder zufällige. Unter so bewandten Umständen kann man bei der Entscheidung nicht vorsichtig genug sein, und wird man vor allem darnach trachten müssen, eine gewisse Zahl Grundthatsachen festzustellen. Ich habe dasjenige, was in dieser Beziehung für einmal zu sagen ist, oben kurz dargelegt, und erlaube ich mir hier nur noch die grosse Wichtigkeit einer vergleichend anatomischen Untersuchung der *Retina* zu betonen, die in der Hand *H. Müller*'s und *M. Schultze*'s schon so schöne Ergebnisse geliefert hat.

Ueber die Verrichtung der Retinaelemente bemerke ich hier unter Hinweisung auf meine Mikr. Anat. II. 2. §. 281 nur Folgendes. Nachdem von *H. Müller* die Verbindung der Stäbchen und Zapfen mit den innern Theilen der *Retina* nachgewiesen und von *mir* für den Menschen bestätigt war, wurde von uns Beiden gleichzeitig und unabhängig die Ansicht ausgesprochen, dass die Elemente der Stäbchenschicht die einzigen lichtempfindenden Theile seien. Dieselben theilen durch die *Müller*'schen Fasern, die als leitende

Elemente dienen, ihre Zustände den mit diesen verbundenen Nervenzellen mit, welche als ein flächenartig ausgebreitetes Ganglion und höchst wahrscheinlich als das Centralorgan der Gesichtsempfindung anzusehen sind. Dieses Centralorgan und das Gehirn stehen dann durch eine zweite Leitung, die Opticusfasern, im Zusammenhange. Diese Ansicht stützt sich auf den für den gelben Fleck nahezu bestimmt nachgewiesenen Zusammenhang zwischen den Elementen der Stäbchenlage und den Nervenzellen, auf den Mangel einer zusammenhängenden Opticuslage am gelben Flecke, auf das Fehlen der Lichtempfindung an der Eintrittsstelle des Sehnerven, auf die Unmöglichkeit, die Lichtempfindung in die Nervenzellen oder Körnerlagen zu verlegen, weil diese mit ihren Elementen am gelben Flecke namentlich in vielen Schichten übereinander liegen, endlich auf die eigenthümliche räumliche Anordnung der Stäbchen und Zapfen und ihre der Schärfe des Raumsinnes der *Retina* entsprechende Grösse. Einen guten Beweis für die Richtigkeit dieser Auffassung hat auch *H. Müller* durch eine genauere Prüfung der bei der entoptischen Wahrnehmung der Netzhautgefässe statthabenden Erscheinungen gegeben (Würzb. Verh. Bd. V. S. 411). In neuester Zeit haben besonders *Hensen* und *M. Schultze* die physiologischen Beziehungen der Retinaelemente weiter verfolgt, und erwähne ich hier nur die scharfsinnige Hypothese von *M. Schultze*, dass die Zapfen für die Wahrnehmung der Farben und die Stäbchen nur für die einfache Empfindung des Lichtes bestimmt seien, und verwerthet *M. Sch.* im Zusammenhange mit dieser Vermuthung die Thatsache, dass die Zapfen mit mehreren Leitungsfasern in Verbindung zu stehen scheinen und dass sie bei Vögeln z. Th. farbige Kugeln enthalten, die, wie *Hensen* zuerst angab, gewisse Lichtstrahlen absorbiren, die nicht zur Wahrnehmung gelangen sollen. Für Stäbchen und Zapfen hat ferner *M. Schultze* die schon von mir ausgesprochene Vermuthung, dass dieselben, obschon lichtempfindend, doch zugleich ein katoptrischer Apparat im Sinne *Brücke*'s sein könnten (Mikr. Anat. II. 2. S. 700), weiter ausgeführt und das sog. Aussenglied als katoptrischen Theil ins Auge gefasst, ohne sich ganz bestimmt darüber auszusprechen, ob dasselbe nur diesem Zwecke diene oder auch zugleich der Lichtempfindung.

§. 220.

Die Linse, *Lens crystallina*, ist ein vollkommen durchsichtiger, an seiner hintern Fläche mit dem Glaskörper und seitlich mit dem Ende der *Hyaloidea*, der *Zonula Zinnii* verbundener Körper, an dem die eigentliche Linse und die Linsenkapsel zu unterscheiden sind.

Die Linsenkapsel, *Capsula lentis*, besteht aus zwei Elementen, der eigentlichen Kapsel und dem Epithel. Jene ist eine durchaus gleichartige, wasserklare, sehr elastische Haut, die wie aus einem Gusse geformt, die Linse von allen Seiten umgibt und von den benachbarten Gebilden trennt. Die Kapsel, die an ihrer vordern Wand 11—18 μ, hinter dem Ansatze der *Zonula Zinnii*, wo sie auf einmal sich verdünnt, nur noch 4,5—6,8 μ misst, lässt sich leicht zerreissen, durchstechen oder zerschneiden, leistet dagegen einem stumpfen Werkzeuge bedeutenden Widerstand. Sticht man eine unversehrte Kapsel an, so zieht sich dieselbe vermöge ihrer Elasticität so zusammen, dass die Linse nicht selten von selbst austritt. Mikrochemisch verhält sich die Linsenkapsel selbst wie andere Glashäute, nur dass sie nach *Strahl* (Archiv f. phys. Heilk. 1852) durch Kochen in Wasser aufgelöst werden soll. — Das Epithel der Linsenkapsel sitzt an der innern Fläche gegen die Linse zu, und kleidet als eine einfache Lage schöner heller vieleckiger Zellen von 13—22 μ (32 μ *v. Becker*) mit runden Kernen die vordere Hälfte der Linsenkapsel aus. Im Tode lösen sich die Elemente desselben leicht von einander, dehnen sich zu wasserklaren kugelrunden Blasen aus, von denen viele bersten, und stellen sammt einigen Tropfen von eingedrungenem *Humor aqueus* die sog. *Morgagni*'sche Feuchtigkeit dar, welche im Leben, wo das Epithel genau an die Linsenoberfläche sich anschmiegt, durchaus fehlt.

Die Linse selbst besteht durch und durch aus langen platten, sechsseitigen, 5,5—11 μ breiten, 2—4 μ dicken Elementen von wasserklarem Ansehn, grosser Bieg-

samkeit und Weichheit und einer bedeutenden Zähigkeit, welche gemeinhin als Linsenfasern bezeichnet werden, jedoch nichts anderes, als zartwandige Röhren mit hellem, zähem, eiweissartigem Inhalte sind, der beim Zerreissen in grossen hellen unregelmässigen Tropfen aus ihnen tritt, die man bei Untersuchung der oberflächlichen Linsenfasern immer in Menge findet, und die daher eben so passend Linsenröhren genannt werden können. In mikrochemischer Beziehung zeichnen sich diese Elemente, die wie die Entwicklungsgeschichte lehrt, die Bedeutung stark verlängerter Epithelzellen haben (s. unten) dadurch aus, dass sie in allen Lösungen, die Eiweiss gerinnen machen, dunkler und deutlicher werden, daher solche Reagentien auch, namentlich Salpetersäure, Schwefelsäure, Alkohol, Creosot und Chromsäure vortrefflich zur Untersuchung der Linse sich eignen, in kaustischen Alkalien dagegen rasch sich lösen und von Essigsäure ebenfalls sehr angegriffen werden. Die Vereinigung der Linsenröhren, die in den festern innern Schichten der Linse, dem sogenannten Linsenkerne, fester, schmäler und dunkler sind, als in den weicheren äussern Theilen, hier auch nicht mehr als wirkliche Röhren sich nachweisen lassen, kommt durch einfache Aneinanderlagerung derselben zu Stande, wobei dieselben mit ihren Flächen ohne Ausnahme der Linsenoberfläche gleich sich legen und mit ihren zugeschärften Rändern regelmässig ineinander eingreifen, so dass, wie Fig. 495, 2 ergibt, im Innern der Linse jede Röhre von sechs andern umgeben ist, und die Querschnitte derselben das Bild einer aus sechsseitigen Backsteinen aufgeführten Mauer geben. An ihren Rändern und Randflächen sind die Röhren meist auch etwas uneben, ja selbst gezackt (bei Thieren, namentlich Fischen, ausgezeichnet schön), so dass hierdurch die seitliche Verbindung derselben inniger wird, als die ihrer breiteren Flächen, und deshalb auch die Linse leichter in der Richtung der Oberfläche in hautartige Lagen als in der Dicke in senkrecht stehende Blätter zerfällt. Man kann auch aus diesem Grunde der Linse, wie diess gewöhnlich geschieht, einen blätterigen Bau zuschreiben, in der Art, dass sie, ähnlich einer Zwiebel, aus ineinander eingeschachtelten Blättern besteht, nur muss man nicht aus den Augen lassen, dass diese Blätter keine regelmässig begrenzten Schichten sind und nie aus einer einzigen Lage von Linsenröhren bestehen, ferner, was physiologisch von grösserer Wichtigkeit sein möchte, dass die Linsenelemente in der Richtung der Dicke eigentlich noch regelmässig angeordnet sind, so dass sie durch die ganze Linse hindurch einander decken, und dieselbe auch als aus sehr vielen senkrechten dünnen Abschnitten von der Breite einer einzigen Linsenfaser bestehend gedacht werden kann.

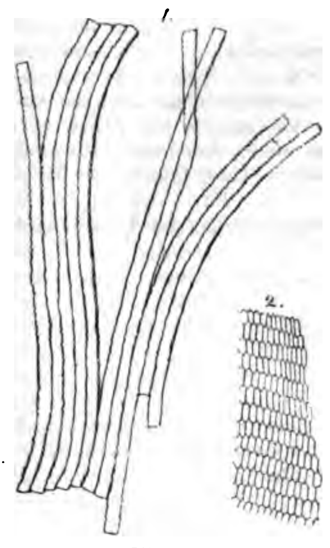


Fig. 495.

Der Verlauf der Linsenröhren in den einzelnen Blättern ist im Allgemeinen so, dass dieselben oberflächlich wie in der Tiefe von der Mitte der Linse speichenartig nach den Rändern ausstrahlen und hiernach auf die andere, vordere oder hintere Fläche sich umbiegen, so jedoch, dass keine Faser den vollen halben Umfang der Linse durchläuft, und z. B. von der Mitte der vordern Fläche bis zu derjenigen der hintern gelangt. Genauer bezeichnet gehen die Linsenröhren an der vordern und hinteren Linsenfläche nicht genau bis zur Mitte, sondern enden an einer hier befind-

Fig. 495. Linsenröhren oder Linsenfasern. 1. Vom Ochsen mit leicht zackigen Rändern. 2. Querschnitt der Linsenröhren vom Menschen. 350 mal vergr.

lichen **sternförmigen** Figur. Beim Fötus und beim Neugebornen hat jeder vom blossen Auge leicht sichtbare Linsenstern drei Strahlen, die meist regelmässig unter Winkeln von 120° zusammenstossen: beim vordern Sterne stehen zwei Strahlen nach unten, einer nach oben, umgekehrt beim hintern Sterne, der mithin, verglichen mit dem vordern, wie um 60° gedreht erscheint. Die Linsenröhren nun, welche von der

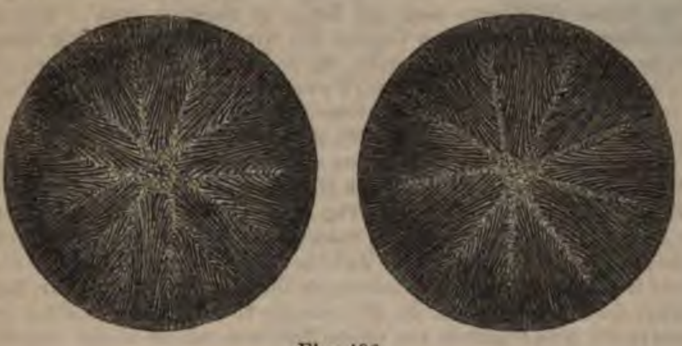


Fig. 496.

Mitte des vordern Sternes ausgehen, verlaufen an der hintern Seite nur bis zu den Enden der drei Strahlen, und umgekehrt erreichen die vom hintern Pole beginnenden nicht die vordere Mitte; ebenso verhalten sich auch alle zwischen diesen beiden Puncten gelegenen Röhren, so dass mithin keine derselben ganz herum geht und alle in einer Schicht befindlichen gleich lang sind. Gerade eben so verhält sich nun auch der Kern der Linse der Erwachsenen, wogegen in den oberflächlichen Lagen und an der Oberfläche selbst ein zusammengesetzterer Stern mit 9—16 verschiedenen langen und selten ganz regelmässigen Ausläufern zum Vorschein kommt, an dem jedoch ebenfalls Hauptstrahlen zu unterscheiden sind. Der Verlauf der Fasern wird hierdurch natürlich verwickelter, um so mehr, da an solchen Sternen auch die an die Seite der Strahlen sich ansetzenden Fasern bogenförmig gegeneinander sich neigen, so dass dieselben wie gefiedert oder wie Wirtel (*Vortices lentis*) erscheinen; allein nichtsdestoweniger bleibt sich das Wesentliche des eben geschilderten Faserverlaufs vollkommen gleich, indem auch hier der vordere und hintere Stern sich nicht entsprechen und keine Faser von einem Pole zum andern geht. In den Sternen ist die Linsensubstanz nicht aus Röhren gebildet wie sonst, sondern zum Theil feinkörnig, zum Theil gleichartig, so dass mithin, da ja die Sterne durch alle Schichten hindurchgehen, in jeder Linsenhälfte drei oder mehr nicht faserige Lagen (*central planes Bowman*) vorkommen. Die Lin-



Fig. 497.

Fig. 496. Linse des Erwachsenen, nach *Arnold*, um die Sterne zu zeigen. 1. Vordere Seite, 2. hintere Seite.

Fig. 497. Aus den oberflächlichsten Lagen des Randes einer menschlichen Linse. *a*. Gruppe von Linsenfasern mit Kernen (Kernzone), *b*. eine einzelne solche Faser mit ihrem Kern, *c*. Enden dieser Fasern nach hinten zu, *d*. scheinbare Reihen von polygonalen Zellen, die an dieselben stossen, die aber nichts als die verbreiterten Enden tiefer liegender Fasern sind, von denen bei *e* eine freiliegt. 350mal vergr.

senröhren werden in der Nähe der Sterne breiter, verschmelzen jedoch nicht miteinander, sondern enden mit keulen- und spindelförmigen Anschwellungen von mannichfachster Form, die von der Fläche gesehen oft zierlich vieleckig erscheinen (s. meine Mikr. Anat. II. 2. Figg. 416, 417, 418).

Die Linsenfasern sind manchmal fein längsstreifig, auch wohl mit zarten Querlinien versehen, die weder auf Fasern noch auf Zellen zu beziehen sind. — Die oberflächlichen Linsenfasern besitzen in der Gegend des Aequators der Linse je Einen schönen Kern, der, je weiter nach innen man geht, um so kleiner wird und endlich schwindet. — An Schliffen trockner Linsen fand *Thomas* zwei oder drei Systeme von Kreislinien, die *Czermák* in zusagender Weise aus dem Baue der Linse erklärt hat (l. i. c.). — Die oft regelmässig 6seitigen und verdickten Enden der Linsenfasern (Fig. 497) oder deren Abdrücke an der hintern Kapselwand haben zu wiederholten Malen zu Verwechselungen mit einem Epithel Veranlassung gegeben, wie bei *Finkbeiner*, *Nunneley* und *Robin*. Auch die nicht gedeutete Zeichnung in *Henle's* Fig. 529 ist hierher zu beziehen. Unbekannt ist mir die von *Finkbeiner* und *Nunneley* aussen auf dem vorderen Theile der Kapsel und auf der *Zonula* angegebene Zellenlage. — Zwischen den Linsenfasern glaubt *v. Becker* besondere interfibrilläre Räume annehmen zu dürfen, von denen ich an frischen Linsen nichts zu sehen im Stande bin und die *Hensen* als Kunstproducte ansieht. — Im Kerne der Linse beschreibt *Henle* gerade von einem Pole zum andern in der Axe der Linse verlaufende Fasern.

§. 221.

Der Glaskörper, *Corpus vitreum*, erfüllt den Raum zwischen der Linse und der *Retina* vollständig, in der Art, dass er der eigentlichen *Retina* mit Ausnahme der Eintrittsstelle des Sehnerven, wo die Verbindung etwas inniger ist, nur locker anliegt, dagegen sehr fest mit der *Corona ciliaris* und der Linse selbst sich verbindet. Die den Glaskörper umhüllende Haut nämlich, die *Membrana hyaloidea* oder Glashaut, die hinter der *Ora serrata* mit Ausnahme des Augengrundes, wo sie nach *H. Müller* 4 μ misst, ein äusserst feines und zartes, wasserhelles, unter dem Mikroskope kaum bemerkbares Häutchen darstellt, wird vor derselben etwas fester (Fig. 453, *t*) und geht als *Pars ciliaris hyaloideae s. Zonula Zinnii* (*Lig. suspensorium lentis Bowman*) zum Rande der Linse, um mit der Kapsel derselben zu verschmelzen. Hierbei sondert sie sich in zwei Blätter, in ein hinteres (*v*), welches etwas hinter dem Rande der Linse mit deren Kapsel verschmilzt, jedoch in der ganzen Ausdehnung der tellerförmigen Grube des Glaskörpers nachzuweisen ist (*Arlt*, *H. Müller*), und in ein vorderes (*u*) mit den Ciliarfortsätzen verbundenes, die *Zonula* im engern Sinne, die etwas vor dem Rande der Linse an die Kapsel derselben sich ansetzt. Zwischen beiden Blättern und dem Rande der Linse bleibt ein im Querschnitte dreieckiger, ringförmig die Linse umgebender Raum, der *Canalis Petiti* offen, der, obschon etwas wasserklare Feuchtigkeit enthaltend, doch im Leben sehr eng ist, indem seine vordere Wand oder die *Zonula Zinnii*, so lange sie mit den Ciliarfortsätzen zusammenhängt, entsprechend denselben als eine vielfach gefaltete Haut erscheint, wodurch sie an eben so vielen Stellen als Ciliarfortsätze sind, der hintern Wand sehr sich nähert. Diese Falten sind auch da noch sichtbar, wo die *Zonula*, die Ciliarfortsätze verlassend, frei als Theil der hintern Wand der *Camera oculi posterior* an den Linsenrand herübergeht, und setzt sich dieselbe aus diesem Grunde nicht in einer geraden, sondern leicht wellenförmigen Linie theils vor, theils hinter dem Aequator der Linse (*Brücke*, *H. Müller*) an die Linsenkapsel an. Nach *Finkbeiner* sollen die feinen Fasern, in welche dieses Blatt ausläuft, in gewissen Fällen über die ganze vordere Wand der Linsenkapsel zu verfolgen sein.

Bezüglich auf den Bau der genannten Theile, so hat man sich in der neuern Zeit viel Mühe gegeben, denjenigen des eigentlichen Glaskörpers zu ermitteln, und möchte

man endlich der Wahrheit ziemlich nahe gekommen sein. *Brücke*'s Ansicht, dass der Glaskörper ähnlich einer Zwiebel aus ineinander geschachtelten, durch eine gallertartige Flüssigkeit getrennten Blättern bestehe, wurde von *Bowman* widerlegt, der zeigte, dass die von *Brücke* zur Darstellung dieser Blätter angewandte starke Lösung von essigsaurem Bleioxyd nicht nur von der Oberfläche, sondern auch von jeder beliebigen Schnittfläche aus, den Anschein einer Schichtung erzeugt, ohne jedoch wirkliche Blätter deutlich zu machen. Mehr scheint *Hannover*'s Behauptung für sich zu haben, wornach im Glaskörper des Menschen (Fig. 498, *A*) nach Behandlung desselben mit Chromsäure eine Menge Scheidewände sich finden, die von der Oberfläche aus gegen die Axe des Glaskörpers verlaufen, so dass im senkrechten Querschnitte viele vom Mittelpuncte ausgehende Linien erscheinen und das Ganze dem Querschnitte einer liegenden Orange ähnlich wäre (bei den Säugern sah *H.* geschichtete Blätter, wie bei einer Zwiebel, Fig. 498, *B*), indem wenigstens der Glaskörper von Neugeborenen nach *Bowman* (*Lectures* p. 97. Fig. 5) in *Ac. chromicum* ganz ausgezeichnet ein solches gefächertes Ansehn zeigt; allein es ist zu bemerken, dass nach des letzteren Forschers Erfahrungen im Auge des Erwachsenen die Verhältnisse ziemlich andere sind, indem hier an Chromsäurestücken äusserlich einige Blätter, dann sehr unregelmässige strahlig angeordnete Scheidewände, endlich eine unregelmässige mittlere Höhle sich findet. Nimmt man hierzu, dass diese durch Chromsäure gebildeten Blätter ebenfalls nicht als wirkliche Häute sich nachweisen lassen, und dass im frischen Glaskörper nichts von ihnen zu sehen ist, so wird man auch die durch dieses zweite Mittel erzeugten Bilder nicht als viel beweisend ansehen können.

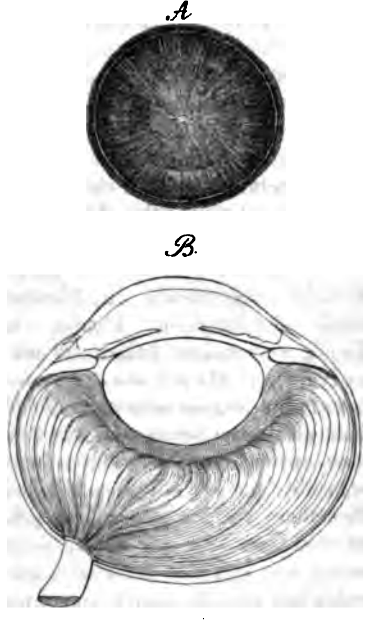


Fig. 498.

Eine richtigere Anschauung von der Zusammensetzung des Glaskörpers lässt sich wie es scheint, an der Hand der Entwickelungsgeschichte gewinnen. Man weiss schon längst, dass der Glaskörper beim Fötus im Innern Gefässe hat (die bisher ziemlich allgemein angenommenen oberflächlichen Glaskörpergefässe sind nach den Untersuchungen von *H. Müller* die sich entwickelnden Netzhautgefässe), und hätte hieraus schliessen können, dass auch ein dieselben tragendes Gewebe vorhanden sein müsse, allein Niemand versuchte früher durch das Mikroskop weitere Aufschlüsse zu gewinnen. Erst *Bowman* (*Lectures* p. 97. Fig. 7 und p. 100) meldet, dass der Glaskörper des Neugeborenen einen sehr deutlichen und eigenthümlichen faserigen Bau darbiete, indem derselbe aus einem dichten Netze von Fasern bestehe, die an den Knotenpuncten kernartige dunkle Körperchen besitzen, so dass eine bedeutende Aehnlichkeit mit dem Schmelzorgane (d. h. dem Zellennetze der Gallerte desselben) des embryonalen Zahnsäckchens herauskomme. Hiermit stimmt, was später *Virchow* fand, so ziemlich überein. Der Glaskörper von 10,8 Cm langen Schweineembryonen

Fig. 498. Abschnitte in Chromsäure erhärteter Glaskörper. *A.* Querschnitt durch ein menschliches Auge senkrecht auf die optische Axe, mit strahlenförmiger Streifung im *Corpus vitreum*. *B.* Schnitt, parallel der optischen Axe und wagerecht durch ein Pferdeauge, um die eigenthümliche Schichtung des Glaskörpers zu zeigen. Nach *Hannover*.

besteht nach diesem Forscher aus einer gleichartigen, an einzelnen Stellen leicht streifigen, schleimhaltigen Substanz, in der in regelmässigen Abständen runde kernhaltige körnige Zellen zerstreut liegen. Am Umfange desselben findet sich eine feine Haut mit sehr zierlichen Gefässnetzen und einem feinfaserigen Maschenwerke, welches an den Knotenpuncten Kerne enthält und in seinen Maschen ebenfalls gallertigen Schleim mit runden Zellen einschliesst. Hiernach, und weil er im Glaskörper des Erwachsenen auch Schleim gefunden, glaubt *Virchow* das Gewebe des embryonalen *Corpus vitreum* dem von ihm sogenannten Schleimgewebe, meiner gallertigen einfachen Bindesubstanz (s. §. 23) an die Seite stellen und annehmen zu dürfen, dass im Laufe der Entwickelung der Bau sich in der Art ändere, dass die Zellen untergehen und die Zwischensubstanz allein bleibe. Was mich betrifft, so finde ich im Glaskörper menschlicher und thierischer Embryonen, so wie bei Kindern und jungen Thieren nirgends etwas Anderes, als eine gleichartige schleimhaltende Grundsubstanz und viele ziemlich regelmässig in Abständen von 22 — 45 — 68 μ in derselben vertheilte runde oder längliche, körnige, kernhaltige Zellen von 9—22 μ; sternförmige netzförmig verbundene Zellen sah ich zwar auch, allein immer nur an der Aussenseite der *Membrana hyaloidea*, und waren dieselben, so wie einmal die bekannten Gefässe aussen an der *Hyaloidea*, d. h. die Netzhautgefässe nach *H. Müller*, Blut zu führen begannen, mit Leichtigkeit im Zusammenhange mit denselben und als sich entwickelnde Capillaren nachzuweisen. Von Häuten, wie sie *Hannover* beschreibt, sah ich mit dem Mikroskope niemals eine sichere Spur, und doch müssten dieselben, wie ich ungescheut behaupte, wenn vorhanden, eben so gut an ihren Falten zu erkennen sein, wie die äusserst zarte *Hyaloidea* selbst. Im Glaskörper des Erwachsenen war von den frühern Verhältnissen meist nur die gleichartige Grundsubstanz geblieben und die Zellen verschwunden, doch traf ich die letztern in manchen Fällen auch hier noch spärlich und undeutlich, namentlich in den an die Linse und die *M. hyaloidea* überhaupt grenzenden Theilen des Organs. — Aus diesen Erfahrungen ziehe ich den Schluss, dass der Glaskörper wohl früher einen Bau besitzt, der noch am meisten an embryonale Zellengewebe erinnert, dass aber später, wenigstens in seinen innern Theilen, jede Spur eines solchen verloren geht und derselbe nur aus einem mehr oder minder dichten Schleime besteht (cf. §. 23).

Zonula Zinnii. An der *Ora serrata* kommt die Glashaut in innige Berührung mit der Retina und diese wiederum mit der *Chorioidea*, so dass es nicht leicht ist, das wahre Verhalten der oben schon berührten *Zonula Zinnii* aufzuklären. Sieht man von der [illegible] ab, die oben schon beschrieben wurde, so ist die *Zonula* ein dünnes durchsichtiges, aber ziemlich festes Häutchen, das von der *Ora serrata retinae* bis zum Rande der Linse sich erstreckt und als Fortsetzung der *Membrana hyaloidea* erscheint. Dieselbe besteht aus eigenthümlichen blassen, schon von *Henle* sehr gut geschilderten Fasern, welche an gewisse Formen des Bindegewebes erinnern, nur steifer sind, meist keine deutlichen Fibrillen zeigen und in Essigsäure weniger aufquellen. Dieselben beginnen etwas hinter der *Ora serrata retinae* an der Aussenseite der *Hyaloidea*, jedoch in dem innigsten Zusammenhange mit derselben, sehr fein, zum Theil wie Bindegewebsfibrillen, verlaufen als eine anfangs lockere, dann immer dichtere Lage an Stärke zunehmend (bis zu 9 μ, selbst 22 μ und mehr), unter häufigen Theilungen und Verbindungen, grösstentheils nebeneinander nach vorn, bis sie am vordern Theile der *Zonula* eine vollkommen zusammenhängende Lage, jedoch immer noch mit einzelnen für sich darstellbaren Bündeln bilden, und dann mit der Linsenkapsel verschmelzen. Von der *Ora serrata* bis zum Anfang des *Petit*'schen Canals ist neben den Zonulafasern eine *Hyaloidea* nicht mehr zu unterscheiden, an dem genannten Canale dagegen, wo sich die Masse des Glaskörpers von der Faserschicht trennt, besitzt derselbe wiederum eine jedoch noch zartere Begrenzung als früher, die die hintere Wand des *Petit*'schen Canals bildet, und dann in der ganzen Ausdehnung

der tellerförmigen Grube sehr innig mit dem hintern Blatte der Linsenkapsel sich vereint.

Von den neueren Untersuchern des Glaskörpers hat sich *Finkbeiner* so ziemlich an *Hannover* angeschlossen, während *Doncan* mehr der von *Virchow* und *mir* vertretenen Ansicht huldigt. Der erste Forscher, der sich des Sublimats als Erhärtungsmittel bediente, findet den Glaskörper beim Menschen so gebaut, wie ihn *Hannover* schildert, konnte dagegen bei Säugethieren nur 7—12 ineinander geschachtelte Säcke finden und nicht so viele wie *Hannover* angibt. Bei sorgfältiger Untersuchung kann man nach Eröffnung der *Hyaloidea* die Säcke nach und nach einzeln öffnen. Der innerste Sack enthält einen grössern und mit Glasfeuchtigkeit erfüllten Raum, der vom *Canalis hyaloideus* (d.h. der unwegsam gewordenen *Art. hyaloidea*) durchsetzt wird, an dessen Wände die Säcke sich ansetzen. Die *Membrana hyaloidea* besteht nach *Finkbeiner* aus feinen Fäserchen und einem Epithel, das in der Nähe des Sehnerven sehr grosszellig sein soll, und ebenso sollen auch die Häute im Innern feinfaserig sein und ein kleines Epithel darbieten. — Ich habe von einem solchen Epithel, das neulich auch *Ritter* bestätigt, noch nichts wahrgenommen, und erweckt es nicht gerade grosses Zutrauen, dass *Finkbeiner* die Zellen der *Pars ciliaris retinae* zum Epithel des Glaskörpers zählt.

Doncan betont vor allem den Umstand, dass, wie bekannt, beim Durchschneiden des Glaskörpers Flüssigkeit ausfliesse, während etwas Dichteres zurückbleibe, und meint, die Ansicht von *Virchow* und *mir* sei nicht ausreichend, um diess zu erklären. Einzelnheiten anlangend, so fand *Doncan* im Glaskörper 1) die schon oben erwähnten Zellen; 2) hie und da ohne Regelmässigkeit feine mit Körnchen besetzte Fasern; 3) einzelne Körnchenhaufen von verschiedener Grösse und 4) gefaltete hautartige Fetzen in den vorderen Theilen des Organes. Von den *Hannover*'schen Häuten sah *Doncan* am frischen Glaskörper, sowie nach Anwendung von Bleiessig und Chromsäure nichts. Doch besässen Chromsäurestücke eine speichenartige Streifung, von der es *Doncan* unentschieden lässt, ob sie auf eine Abtheilung des Glaskörpers in bestimmte Schichten hinweise oder einfach künstlich erzeugt sei. Ausserdem hebt *Doncan* hervor, dass durch Berlinerblau-Niederschläge zwar die *Hyaloidea*, aber keine Häute im Innern sich färben, sowie dass die Art der Bewegung der *Mouches volantes* gegen den *Hannover*'schen Bau spreche. Doch ist er auf der andern Seite aus demselben Grunde auch dafür, im Glaskörper bestimmte mit Flüssigkeit gefüllte Räume anzunehmen, obwohl er dieselben nicht nachzuweisen im Stande war. Diese Räume müssten, den Bewegungen der *Mouches volantes* nach zu schliessen, im hinteren Theile des Organes besonders in senkrechter Richtung bis zu 3 mm ausgedehnt sein, im vorderen Theile dagegen in querer Richtung. In der Sehaxe ferner müssten unbekannte Hemmnisse sein (die verkümmerte *Art. hyaloidea? K.*), welche Bewegungen von Körpern von vorn nach hinten und von rechts nach links verhindern.

In der Nähe des Sehnerveneintritts fand *H. Müller* an der *Hyaloidea* ein etwas knotiges Netz mit einzelnen Kernen, wahrscheinlich ein Rest der fötalen Gefässe, welches auch in Thieraugen an der verkümmerten *Art. hyaloidea* sich findet. Aehnliches beschreibt neulich auch *Klebs*.

B. Nebenorgane.

§. 222.

Die **Augenlider** haben als Stütze die sogenannten **Augenlidknorpel**, *Tarsi*, dünne, halbmondförmige, biegsame, aber ziemlich elastische, innen und aussen durch fibröse Bänder, die *Ligg. tarsi*, befestigte Platten, welche dem Baue nach zu dem festen geformten Bindegewebe gehören, jedoch hie und da auch ein gewisse Zahl kleiner Knorpelzellen enthalten. Ueberzogen werden diese 0,7—0,9 mm dicken Platten, deren Fasern vorzüglich den Rändern gleich verlaufen, aussen von dem *Orbicularis palpebrarum* und der **Haut**, innen von der **Bindehaut**. Die **äussere Haut** ist hier sehr dünn (0,45—0,28 mm), mit dünnem, fettlosem, lockerem Unterhautbinde-Gewebe, zarter, 124 μ dicker Oberhaut und kurzen Papillen (von 40—50 μ), besitzt

jedoch noch in ihrer ganzen Ausdehnung kleine Schweissdrüsen von 0,2—0,3 mm und fast ohne Ausnahme viele kleine Härchen (häufig, ob immer, weiss ich nicht, ohne nebenstehende Talgdrüsen), welche letzteren am Rande der Lider als **Augenwimpern** eine bedeutendere Entwickelung zeigen und auch mit kleinen Talgdrüsen versehen sind. Dem Baue und der Absonderung nach mit den Talgdrüsen vollkommen übereinstimmend, dagegen in der Form etwas abweichend, sind die *Meibom*'schen **Drüsen**, welche, 20—40 an der Zahl, in Gestalt langgestreckter weisser zierlicher Träubchen, eine neben der andern, in den Augenlidknorpeln drin stecken, so dass die Längenaxen der Drüsen diejenige der *Tarsi* unter einem rechten Winkel schneiden. Jede von diesen Drüsen, die an umgeschlagenen Augenlidern ohne Weiteres zu sehen sind und nicht die volle Breite der *Tarsi* einnehmen, besteht aus einem geraden, 90—110 μ weiten Ausführungsgange, der an seiner Ausmündung an der innern Kante des freien Augenlidrandes noch von gewöhnlicher Epidermis mit Hornschicht und Schleimschicht ausgekleidet ist, weiter innen wie bei den Talgdrüsen sich verhält. Derselbe ist in seinem ganzen Verlaufe mit runden oder birnförmigen kurzgestielten, einzeln stehenden, oder zu mehreren vereinigten Drüsenbläschen von 90—150—220 μ besetzt, in denen in derselben Weise, wie von den Talgdrüsen schon geschildert wurde (§. 70), eine beständige Bildung von fetthaltigen, runden, 11—22 μ grossen Zellen statt hat, welche von den Talgzellen nur dadurch sich unterscheiden, dass ihre Fetttropfen gewöhnlich nicht in einen grösseren Tropfen zusammenfliessen, sondern getrennt bleiben. Indem diese Zellen nach dem Ausführungsgange zu rücken, zerfallen sie nach und nach in einen weisslichen Brei von Fetttröpfchen und bilden die sog. Augenbutter, *Lema s. Sebum palpebrale*. — Der **Orbicularis palpebrarum** aus quergestreiften, jedoch eher dünneren und blassen Muskelfasern gebildet, liegt unmittelbar an der Haut und ist in seinem *Stratum internum* durch eine Lage lockeren, zum Theil fetthaltigen Bindegewebes von den *Tarsi* getrennt, so dass er sammt der Haut leicht in einer Falte von denselben abgehoben werden kann. Nur gegen den freien Augenlidrand hängt dieser Muskel fester mit denselben zusammen und zeigt hier auch ein durch die Bälge der Augenwimpern von dem übrigen Muskel getrenntes, am Rande selbst befindliches Bündel, den sogenannten Wimpermuskel, *Musculus ciliaris* (*Riolan*), von dem einzelne Bündel selbst hinter den Ausführungsgängen der *Meibom*'schen Drüsen liegen können (*Löwig, Moll, Albini*). Nach *H. Müller*'s Entdeckung kommen an den Augenlidern des Menschen und der Säuger auch hautartige Lagen **glatter Muskeln** vor, die er *Mm. palpebrales inferior et superior* nennt. Der obere Muskel beginnt an der untern Fläche des *Levator palpebrae* im Zusammenhange mit demselben und geht dicht an der *Conjunctiva* bis nahe an den oberen Rand des *Tarsus*. Der untere Muskel entspringt im Bindegewebe um den *Obliquus inferior* und geht ebenfalls bis nahe an den Rand des *Tarsus inferior*. Beide Muskellagen sind von viel Fett durchsetzt und zeigen netzförmige Anordnung ihrer Muskelbündel.

Die **Bindehaut**, *Conjunctiva*, eine Schleimhaut, beginnt am freien Augenlidrande als unmittelbare Fortsetzung der äussern Haut, bekleidet die hintere Fläche der Augenlider und schlägt sich dann auf den Augapfel über, um den vordersten Theil der *Sclerotica* und die ganze *Cornea* zu überziehen. Die *Conjunctiva palpebrarum* ist ein 0,26—0,35 mm dickes röthliches Häutchen, das mit der hintern Fläche der *Tarsi* sehr innig zusammenhängt, und aus einer der *Cutis* entsprechenden derben Bindegewebslage von 0,20—0,24 mm Dicke mit zahlreichen lymphkörperchenartigen Zellen in ihrem Gewebe und einem geschichteten 90 μ dicken Epithel mit länglichen Zellen in der Tiefe, vieleckigen, leicht abgeplatteten, kernhaltigen, beim Menschen, so viel ich sehe, nicht flimmernden Zellen oben besteht. Auch **Papillen**, ähnlich denen der *Cutis*, finden sich an der Bindehaut der Lider, die einen kleiner und mehr walzenförmig, andere, namentlich gegen die Umbiegungsstelle hin, wo die Haut überhaupt an Dicke zunimmt, grösser (bis 0,22 mm lang) und warzen- und pilzförmig. Die von *Henle* hier beschriebenen **schlauchförmigen Drüsen** (*Splanchn.* Fig.

545) sind mir unbekannt. *Luschka* (Anat. VI. 369. Fig. LXX) ist geneigt dieselben für Spalten zwischen freien Papillen zu halten. An der Umbeugungsstelle selbst beschreiben *C. Krause*, auch *Sappey* und *W. Krause*, kleine traubenförmige Schleimdrüsen von 0,22—0,67 mm Grösse, welche nach *W. Krause* am obern Lide bis zu 42 an Zahl, am untern nur zu 2—6 vorkommen. Die *Conjunctiva scleroticae* ist weiss, minder derb und dick, als die der Lider, aber ebenfalls zellenhaltig, an feinen elastischen Fasern ziemlich reich und durch ein reichliches submucöses, mit mehr oder weniger Fettzellen versehenes Bindegewebe locker und verschiebbar an die harte Haut geheftet. Papillen fehlen hier, ausser an der Umbeugungsstelle, ganz, dagegen ist das Epithel recht entwickelt, wie an der *Conjunctiva corneae*, und unter demselben zeigt sich nicht selten als äusserste Schicht der eigentlichen Schleimhaut ein sehr deutlicher gleichartiger schmaler Saum. Am Rande der Hornhaut erzeugt die *Conjunctiva scleroticae*, namentlich bei alten Leuten, einen 1—2 mm breiten ringförmigen leichten Wulst, *Annulus conjunctivae*, der unten und besonders oben etwas auf die *Cornea* übergreift. Von der Bindehaut der Hornhaut war schon oben die Rede, und ist nur noch der *Plica semilunaris* oder des dritten Augenlides am innern Augenwinkel Erwähnung zu thun. Dasselbe ist eine einfache Falte der *Conjunctiva scleroticae*, welche vorn in einer hügelartigen Erhebung, der *Caruncula lacrymalis*, etwa ein Dutzend feine Härchen mit eben so vielen um dieselben herumliegenden Häufchen von Talgdrüsen von 0,45—0,56 mm und viele Fettzellen enthält. Auch an dieser Stelle hat *H. Müller* einzelne Züge glatter Muskeln gefunden, die er als eine Andeutung der Nickhautmuskeln der Thiere ansieht.

Der Thränenapparat besteht erstens aus den Thränendrüsen, einer gewissen Zahl grösserer und kleinerer, zusammengesetzt traubiger Drüsen, die in zwei Gruppen, der sogenannten obern und untern Thränendrüse, angeordnet sind, und im Baue der grössern und kleinern Läppchen, so wie der 45—90 μ weiten rundlichen Drüsenblasen vollkommen an die Speichel- und Schleimdrüsen sich anschliessen (siehe §§. 130, 131). Die Ausführungsgänge derselben durchbohren, 6—12 an der Zahl, in der Falte zwischen dem äussern Theile des obern Augenlids und dem *Bulbus* die *Conjunctiva*, und sind äusserst feine, aus Bindegewebe mit einigen Kernen und elastischen Fäserchen und einem walzenförmigen Epithel gebildete Canälchen, deren Darstellung beim Menschen äusserst schwierig ist, dagegen bei Thieren (beim Ochsen z. B.) leicht gelingt. — Eben so einfach wie die Ausführungsgänge der Thränendrüsen sind auch die die Thränen ableitenden Wege gebaut, und bestehen dieselben nur aus einem derben Bindegewebe mit vielen, namentlich in den Thränencanälchen zahlreichen, Netzen feiner elastischer Fasern, das als Fortsetzung der Schleimhaut der Nasenhöhle und der *Conjunctiva* erscheint, und einem Epithel, das in den *Canaliculi lacrymales* ein geschichtetes Pflasterepithelium wie auf der *Conjunctiva* ist (von 0,10—0,15 mm, *Henle*), im Thränensacke und dem Thränengange dagegen wie das der Nasenhöhle flimmert, 50 μ misst (*Henle*) und zu unterst in ein geschichtetes Pflasterepithel übergeht. — Am untern Ende des Thränenganges findet *Maier* ein cavernöses Gewebe ähnlich dem von mir an der untern Muschel seiner Zeit aufgefundenen, was *Stellwag v. Carion* und *Henle* bestätigen. — Die Augen- und Augenlidermuskeln, auch der *Musculus Horneri*, bestehen alle aus quergestreiften Muskelfasern und zeigen, wie ihre Sehnen, keine Abweichungen von denen von Rumpf und Extremitäten. Die *Capsula Tenoni* vergleicht *Linhart* mit einem Schleimbeutel, da sie stellenweise mit der *Sclerotica* nicht verbunden und ganz glatt sei, auch ein Pflasterepithel besitze, und was die *Trochlea* betrifft, so wird dieselbe vorzüglich von derbem Bindegewebe gebildet, in dem nur wenige Knorpelzellen nachzuweisen sind. Der *Musculus orbitalis* der Säuger, der nach *H. Müller*'s Entdeckung ein glatter Muskel ist, findet sich nach demselben Forscher auch andeutungsweise beim Menschen und zwar erstens als eine die *Fissura orbitalis inferior* überbrückende Muskelschicht, und zweitens auch an der Decke der Augenhöhle. (S. auch *Harling* l. c.)

Die Gefässe der in diesem §. geschilderten Organe zeigen wenig bemerkenswerthes. Am reichlichsten sind dieselben, abgesehen von den Muskeln und der Haut, in der *Conjunctiva palpebrarum*, in der sie namentlich auch in die Papillen eingehen, in denen nach *Hyrtl* der absteigende Schenkel der Gefässschlinge den andern um fast das Doppelte an Stärke übertrifft, und dann in den Thränendrüsen und der *Caruncula lacrymalis*. Auch die *Conjunctiva scleroticae* hat viele Gefässe, und eben so sind auch die *Meibom*'schen Drüsen innerhalb der *Tarsi* von einzelnen solchen umgeben. Saugadern sind, mit Ausnahme der Haut der Augenlider, nur in der *Conjunctiva scleroticae* von *Arnold* und später auch von *Teichmann* nachgewiesen, wo sie ein am Rande der Hornhaut feineres, nach aussen lockeres Netz bilden und durch mehrere Stämmchen nach aussen abführen. Mit Bezug auf die Lymphgefässe der Hornhaut ist hier noch nachzutragen, dass *Teichmann* vom feinen Netze der *Conjunctiva* am Rande dieser Haut einzelne Aeste bis 0,1 mm weit gegen die Mitte der *Cornea* verfolgen konnte, Gefässe, die mit denen übereinzustimmen scheinen, die ich bei der Katze entdeckte (siehe oben). Im Innern der Hornhaut spritzte *Teichmann* gefässähnliche Räume ein, deren Verbindung mit Lymphgefässen nicht nachgewiesen werden konnte. An Nerven sind die Augenlider und die Bindehaut überhaupt bedeutend reich, ihr Verhalten ist jedoch nur in der *Conjunctiva* genauer untersucht. Ich fand hier bei Menschen Endplexus wie in der äussern Haut, mit zahlreichen Theilungen mit 2—12 μ dicken Röhren bis an den Cornearand hin. Ausserdem zeigten sich auch in einem Falle gegen die Bindehaut der Augenlider zu eigenthümliche Nervenknäuel von 45—52 μ Grösse, in die meist eine Nervenfaser eintrat, während 2—4 herauskamen (s. meine Mikr. Anat. II. 1. S. 31. Fig. 13, *A*. 3). Ueber die von *Krause* hier gefundenen Endkolben siehe §. 42.

In der *Conjunctiva bulbi* am Rande der Hornhaut entdeckte *Meissner* beim Kalbe knäuelförmige Drüsen, ähnlich den Schweissdrüsen, und *Manz* beim Schweine einfache flaschenförmige Drüschen, dagegen gelang es letzterem beim Menschen nicht, ähnliche Organe zu finden. Diese *Manz*'schen Drüsen wurden von *W. Krause* bestätigt, der sie beim Menschen auch nicht fand, ebenso von *Stromeyer* und *Kleinschmidt*. *Stromeyer* sah dieselben nicht nur bei noch andern Säugern (Pferd, Reh, Fuchs, Schaf), sondern auch beim Menschen, und zwar in allen Theilen der *Conjunctiva* in Gestalt runder oder eiförmiger Säckchen mit weiter Mündung, die so gross werden können, dass sie von freiem Auge zu sehen seien. Dagegen vermisste *Kleinschmidt* beim Menschen diese Drüsen, und *Henle* sah nur einmal gegen den *Fornix* der unteren Lider etwas denselben ähnliches.

Ausserdem ist die Neuzeit noch auf das Vorkommen von Balgdrüsen, ähnlich den solitären und *Peyer*'schen Drüsen des Darmes, in der *Conjunctiva palpebrarum* aufmerksam geworden, die ich, nach ihrem ersten Beobachter, die *Bruch*'schen Follikel nenne. Schon vor Jahren traf *Bruch* eine zusammengesetzte solche Balgdrüse am untern Augenlide des Rindes, worauf dann später *Stromeyer* bei vielen Säugern an den Augenlidern und der *Palpebra tertia* solche Bildungen auffand. *Stromeyer* erklärte diese Gebilde für pathologisch und erinnerte an die beim Menschen durch die trachomatöse Augenentzündung entstehenden Veränderungen, in welcher Beziehung jedoch *W. Krause* ihm entgegentrat, das natürliche Vorkommen derselben nachwies und sie als Lymphfollikel der *Conjunctiva* bezeichnete. Diese Auffassung ist wohl unstreitig die richtige, und wird daher wohl der von *Henle* im Sinne *Stromeyer*'s gebrauchte Name »Trachomdrüsen« besser nicht weiter verwendet. Beim Menschen sind übrigens diese Gebilde, wenn auch nach *W. Krause* an den Lidern vorhanden, doch spärlich, sehr unentwickelt und übersteigen 0,45 mm nicht. Neben ihnen finden sich nach *W. Krause* auch Schleimhautstellen ohne scharfe Begrenzung, die dasselbe Gewebe (cytogene Bindesubstanz) zeigen, wie das Innere der *Bruch*'schen Follikel, ein Verhalten, das auch bei Thieren gesehen ist.

§. 223.

Physiologische Bemerkungen. Ueber die histiologische Entwickelung der Augen ist hier nur Folgendes zu bemerken. Dieselben bestehen in früheren Zeiten in allen ihren Theilen aus gleichmässigen Bildungszellen, welche im Laufe der Zeit in die verschiedenen Gewebe sich umwandeln. In der Faserhaut wird im zweiten und dritten Monate das Zellengewebe in oben (§. 26) geschilderter Weise zu Bindegewebe, und zugleich hiermit bildet sich dann auch die Verschiedenheit der Hornhaut und harten Haut aus, welche anfangs auch äusserlich sich ganz gleich sind und nur Eine Haut ausmachen. In der *Uvea* werden die Zellen zumeist zur Bildung der Gefässe aufgebraucht, ein anderer Theil geht, indem er im Anfange des dritten Monats Pigmentkörnchen in sich ablagert, in die inneren und äusseren Pigmentlagen, noch andere in Muskeln, Nerven, Epithelien und Bindegewebe dieser Häute über. In der *Retina* lässt sich die Entwickelung der Nervenzellen und der sog. Körner aus embryonalen

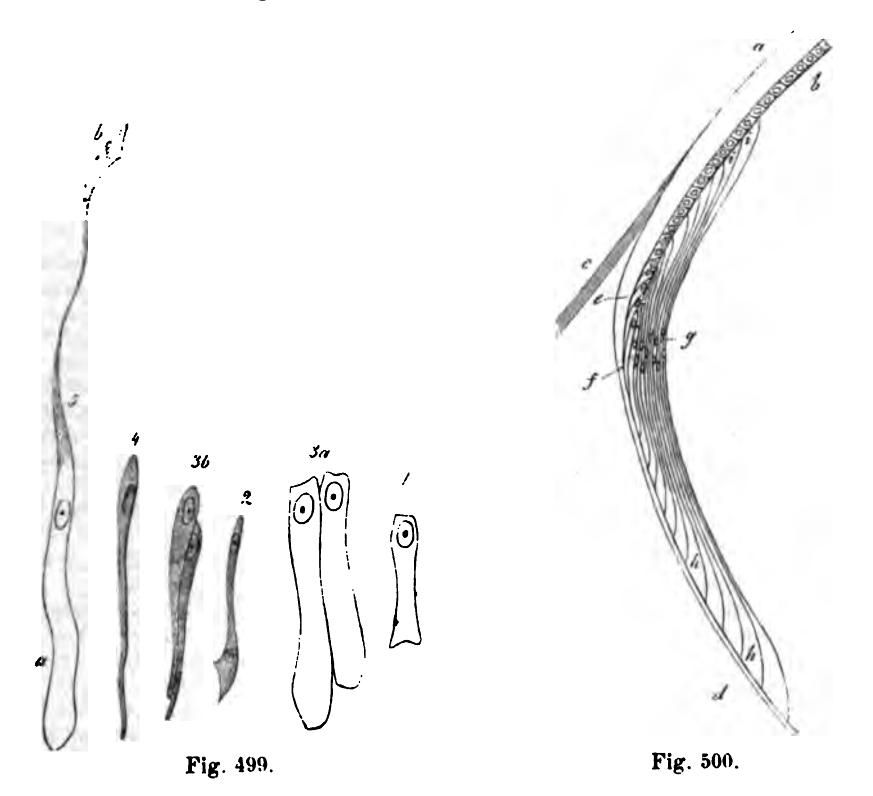


Fig. 499. Fig. 500.

Fig. 499. In Entwickelung begriffene Linsenfasern von einem Erwachsenen, 350 mal vergr. 1. Eine ganz junge Faser von der Fläche mit dem Kerne am vordern Ende. 2. Eine solche etwas längere von der Seite. 3 *a*. Noch längere Fasern von der Fläche. 3 *b*. Ebensolche von der Seite, welche alle noch nicht nach vorn zu angewachsen sind. 4. Eine solche, bei der die Verlängerung nach vorn beginnt. 5. Nach beiden Enden verlängerte, schon ziemlich lange Faser, *a*. hinteres, *b*. vorderes Ende derselben.

Fig. 500. Rand der Linse, um die Entwickelung der Linsenfasern zu versinnlichen. Halbschematische Figur. *a*. Vordere Wand der Linsenkapsel, *b*. Epithel an derselben, *c*. *Zonula Zinnii*, *d*. hintere Wand der Kapsel ohne Epithel, *e*. im Auswachsen begriffene Epithelzellen, *f*. Zellen, die auch nach vorn zu sich verlängern, *g*. Kernzone der ausgebildeteren Linsenfasern, *h*. hintere verbreitete Enden dieser Fasern, *i*. vordere Enden derselben.

Zellen leicht verfolgen. Dasselbe habe ich schon seit langem für die Zapfen angegeben und für die Stäbchen vermuthet (Mikr. Anat. II. 2. S. 730), was dann in der That in neuerer Zeit *Babuchin* genauer dargelegt hat. Und zwar hat dieser Forscher mit Bestimmtheit nachgewiesen, dass die ganze Stäbchenlage aus der innern Lamelle der secundären Augenblase sich bildet, ein Ergebniss, zu dem auch *M. Schultze* gelangt ist und welches eine Vermuthung von *Hensen*, dass die Aussenglieder der Stäbchen von der Pigmentschicht aus sich bilden, als unbegründet erscheinen lässt. Die Linse endlich besteht anfänglich ganz aus Zellen, welche im Laufe der Zeit in Fasern übergehen. Ich stimme *H. Meyer* bei, wenn er aus dem Umstande, dass die fötalen und kindlichen Linsenfasern nur je Einen Kern zeigen, schliesst, dass dieselben jede aus einer einzigen Zelle sich entwickeln. Diese Kerne bilden, im Ganzen aufgefasst eine von den Rändern der Linse aus mitten durch ihre vordere Hälfte gehende dünne Lage mit einer schwachen Wölbung nach vorn (Kernzone, *Meyer*), und sind in den innern Theilen kleiner, wie in Auflösung begriffen, woraus zu schliessen ist, dass die Linse durch Anlagerung von dünnen Schichten von aussen wächst. Die Bildungszellen der Linsenröhren sind die an der vordern Hälfte der Kapsel befindlichen Zellen und ist nach dem, was ich sehe, der Ausgangspunct der Bildung der Linsenelemente der Rand des Organs (Fig. 500). Noch in Linsen Erwachsener sieht man, wie ich gezeigt habe (Mikr. Anat. II. 2. S. 730 flgde.), am Rande des Organs der Linsenkapsel innig anhaftend alle Entwickelungsstufen der Linsenfasern (Fig. 499) und überzeugt man sich, dass dieselben wirklich aus den Zellen des Epithels hervorgehen.

Untersuchung des Sehorgans. Die Faserhaut des Auges untersucht man frisch und an aufgeweichten Schnitten getrockneter Stücke, welche letzteren namentlich auch von der *Cornea* und der Uebergangsstelle derselben in die *Sclerotica* gute Bilder geben. Trocknet man nach Herausnahme von Glaskörper und Linse die *Iris* und *Chorioidea* mit, so kann man auch die Verbindung derselben unter einander und mit der Faserhaut untersuchen. Die Hornhautkörperchen sieht man an Flächen- und senkrechten Schnitten nach Behandlung mit verdünnter Essigsäure sehr gut, ausserdem prächtig nach Behandlung mit Höllenstein nach dem Verfahren von *His* oder mit Goldchlorid, ferner auch an frischen Hornhäuten (*His*) oder an solchen, die einige Zeit in der feuchten Kammer verweilt haben (*Kühne*, *v. Recklinghausen*, *Engelmann*) (siehe oben). Um die Nerven und Gefässe der Hornhaut zu sehen, schneidet man an frischen Augen durch einen Kreisschnitt die Hornhaut mit dem Rande der *Sclerotica* ab, theilt das Ganze in drei oder vier Abschnitte, welche man, damit sie besser sich legen, am Schnittrande noch mit kleinen Einschnitten versehen kann, befeuchtet mit *Humor aqueus* und bedeckt mit einem dünnen Plättchen. Dann sucht man erst mit einer kleineren Vergrösserung am Hornhautrande die hier meist noch dunklen Nervenstämme und verfolgt sie dann mit stärkeren Linsen. Am schönsten sind die Nerven in Kaninchenaugen, wo ich ihre Stämme von blossem Auge erkenne, doch lassen sich dieselben auch in andern Augen in der Regel leicht finden, immer schwer nach der Mitte zu verfolgen. Ist das Epithel trübe, so muss man es durch Natron entfernen, welches anfänglich die Nerven nicht angreift. Zur Verfolgung der feinsten Nervenenden ist auch die Behandlung der Hornhaut mit der bei den Muskelnerven angegebenen sehr verdünnten Essigsäure brauchbar (*Sämisch*), und sieht man mit derselben leicht auch die *Rami perforantes* (*ich*), nicht aber die Nervenenden im Epithel, welche dagegen in Goldchlorid nach der Methode von *Cohnheim* sehr schön hervortreten. Ich lege die Hornhaut auf $^3/_4$ — 1 Stunde im Dunkeln in eine $^1/_4$ — $^1/_2$ % Lösung und dann in destillirtes Wasser ans Licht. Ist dieselbe violett geworden, was in der Regel 1 — 2 Tage dauert, so sind die Nerven gefärbt und ist es gut, die Untersuchung gleich vorzunehmen, weil später auch die Bindegewebskörperchen und das Epithel sich färben. Da solche Hornhäute gut schneidbar sind, so ist die weitere Untersuchung leicht, nur thut man gut, behufs der leichteren Handhabung auch dickere *Corneae* in Paraffin einzuschmelzen. *Cohnheim* empfiehlt schon die Lösung des Goldchlorids und später das Wasser durch Essigsäure schwach anzusäuern, und hängt es vielleicht damit zusammen, dass er die Epithelzellen seltener gefärbt gefunden hat als ich. Zum Durchsichtigmachen des Epithels wendet

dann *Cohnheim* noch Glycerin an. Die Corneanerven sind übrigens in allen ihren Theilen, wie *Th. W. Engelmann* entdeckt hat, auch an der mit *Humor aqueus* befeuchteten und vor Verdunstung geschützten, ganz frischen Hornhaut des Frosches zu sehen, und bietet dieses Verfahren unstreitig für manche Verhältnisse die grösste Sicherheit. Die Gefässe sind meist noch mit Blut gefüllt und machen daher keine Schwierigkeiten. Das Hornhautepithel sieht man von der Fläche, auf Schnitten trockener Hornhäute und beim Abkratzen sehr gut. Durch Behandlung desselben mit *Kali causticum* von 35 Proc. findet man in demselben auch mehrkernige Zellen mit deutlichen Zeichen einer Vermehrung derselben (*Schneider*). Die *Demours*'sche Haut ist auf Schnitten sehr deutlich, manchmal auch ihr Epithel, sonst sieht man letzteres schön von der Fläche und an losgelösten Fetzen der Haut. Der Uebergang dieser Haut in das *Lig. iridis pectinatum* wird auf Schnitten und durch sorgfältige Zergliederung erkannt. Im letztern Falle nehme man beim Ablösen der *Iris* und *Chorioidea* die innere Wand des *Schlemm*'schen Canales sorgfältig mit und suche von ihm aus noch Theile der *Demoursiana* abzulösen, was oft ganz gut gelingt. Die *Uvea* macht wenig Schwierigkeit. Die Pigmentzellen des *Stroma* mit ihren Ausläufern und das innere Pigment sieht man sehr leicht, letzteres an Faltenrändern und sorgfältig abgelösten Stückchen. Für den *Musc. ciliaris* ist ein frisches Auge nöthig, da seine Elemente bald unkenntlich werden. Die Irismuskeln erforscht man an einem blauen Auge, am besten von einem Kinde, nach Wegnahme des hintern Pigments, dann an weissen Kaninchenaugen, an denen der *Sphincter pupillae* ohne Weiteres mit Essigsäure leicht zu sehen ist. Für die Nerven der *Iris* ist dasselbe Verfahren anzuwenden, aber ein ganz frisches Auge und verdünntes Natron für die gröbere Verästelung und sehr verdünnte Essigsäure für die letzten Enden unumgänglich nöthig. Bei manchen Untersuchungen der *Uvea* ist es gut, dieselbe nach *v. Wittich* in Chlorwasser zu bleichen (s. Arch. f. Ophthalm. II, 1. S. 125). Die *Retina* muss frisch von der Fläche, auf senkrechten Schnitten und an Faltenrändern untersucht werden und zwar mit *Humor vitreus* und ohne Anwendung von Deckglas, dann auch mit Hülfe leichten Druckes und des Zerzupfens. Von grosser Wichtigkeit ist die Chromsäure, welche zwar die Stäbchen theilweise, jedoch durchaus nicht immer verändert, aber die andern Theile um so besser erhält, und wären *Müller* und *ich* ohne dieses, von *Hannover* wegen seiner Einflüsse auf die Stäbchen mit Unrecht für die *Retina* als unpassend bezeichnetes Mittel nie zu den angeführten Ergebnissen gekommen. Am zweckmässigsten ist es, eine frische *Retina* gleich mit Chromsäure zu behandeln und alle Stufen der Einwirkung des Mittels Schritt für Schritt zu verfolgen. Nimmt man die Lösung sehr verdünnt, so werden die Elemente sehr wenig verändert und lassen sich namentlich leicht einzeln darstellen, ist sie etwas stärker, so sind dann namentlich Schnitte durch die *Retina* leicht anzufertigen, ohne welche man keine vollständige Anschauung des Baues dieser Haut gewinnt. Ich mache dieselben so, dass ich ein Stückchen *Retina* auf einem Objectträger mit wenig Chromsäurelösung so ausbreite, dass es flach liegt und nicht schwimmt. Dann werden mit einem scharfen gebogenen Scalpell oder Rasirmesser von einer gemachten Schnittfläche durch Druck von oben möglichst feine Schnitte entnommen, was bei etwelcher Uebung mit Leichtigkeit geht. Gut ist es jedoch, das schneidende Scalpell durch einen mit der andern Hand unter dasselbe gebrachten Scalpellstiel zu leiten, bis dasselbe unmittelbar über dem Rande der *Retina* steht. Hat man an solchen Schnitten, die vor allem von der Gegend der *Macula lutea*, dann auch von andern Orten in der Quer- und Längsrichtung anzufertigen sind und die, wenn gerathen, nur wenige Lagen der Elemente darbieten müssen, die einzelnen Schichten, die sehr bestimmt von einander sich abgrenzen, untersucht, so kann man dieselben noch sorgfältig zerzupfen oder mit Natron durchsichtiger machen, welches letztere jedoch in der Regel nicht viel nützt, weil die Elemente erblassen. In neuester Zeit ist durch *M. Schultze* die Ueberosmiumsäure empfohlen worden, in welcher alle Lagen der *Retina* schwarz sich färben, so jedoch, dass bei Fröschen und Fischen die Aussenglieder der Stäbchen am dunkelsten sind, was bei Säugethieren auch, aber nicht sicher eintritt, wogegen die Grenze zwischen beiden Gliedern immer deutlich wird. Dieses Reagens hat den Vortheil, dass die Bindesubstanz später erhärtet als die nervösen Theile, ferner dass sie keine körnigen Gerinnungen weder in noch zwischen den Elementen erzeugt. Lösungen von $^1/_5 - ^1/_{10}\,\%$ wirken in 12—24 Stunden so, dass die Elemente leicht sich trennen lassen, bei $^1/_4 - 1\,\%$ tritt mehr Erhärtung ein und zwar schon in einer $^1/_2$ Stunde, so dass die *Retina* in dünne Blätter sich spalten lässt, in denen Stäbchen und Zapfenfasern leicht zu erkennen sind. Man beachte übrigens, dass diese Säure sehr flüchtig

ist und die Schleimhäute stark reizt. — Auch Iodserum ist nach *M. Schultze* für die *Retina* sehr brauchbar und wirkt ziemlich wie Chromsäure, ebenso chromsuures Kali und *Müller*'sche Flüssigkeit (100 Th. Wasser, 2 — 2½ Th. chromsaures Kali, 1 Th. schwefelsaures Natron). Die *Membr. hyaloidea* löst sich in ihrem hintern Abschnitte immer mit dem Glaskörper äusserst leicht von der *Retina* und ist an jedem Auge an Schnitten von der Oberfläche des Glaskörpers unter dem Mikroskope und zum Theil von blossem Auge in ihren Falten zu erkennen. Die *Zonula Zinnii* dagegen wird an frischen Augen immer von abgelöstem Pigmente und den Zellen der *Pars ciliaris retinae* und an ihrem hintern Ende von der *Retina* bedeckt, so dass sie hier nicht gut, fast nur an ihrem freien vordersten Theil zu erkennen ist. Immerhin kann man auch an solchen Stücken, nach möglichster Entfernung der anhaftenden Theile durch einen Pinsel, ziemlich deutliche Anschauungen erhalten, namentlich wenn man zu der Besichtigung der äussern und innern Fläche von Abschnitten der vom Glaskörper getrennten *Zonula* und zerzupfter Stücke auch noch die Untersuchung der Faltenränder, namentlich der innern Fläche nimmt, welche bei einiger Sorgfalt in der ganzen Ausdehnung der *Zonula* und ihrer Verbindungsstelle mit der *Retina* sich erhalten lassen. Sehr schön und fast rein trennt sich die *Zonula* im Zusammenhange mit der *Hyaloidea* von der *Pars ciliaris retinae* in halbfaulen Augen und an Glaskörpern, die einige Zeit in Wasser lagen, und sind solche Stücke vor allem geeignet zu zeigen, dass die *Zonula* ein Theil der *Hyaloidea* ist, ferner wie ihre Fasern auftreten und verlaufen. Zur Untersuchung der Zonulafasern kann ich ausserdem besonders Chromsäure empfehlen, in der die Fasern ganz dunkel und glänzend werden, fast wie elastische Fasern. Linsenkapsel und Epithel derselben machen keine Schwierigkeiten. Die Linsenröhren sind frisch sehr hell, werden aber in verdünnter Chromsäure ausgezeichnet deutlich. Ebenso sind verdünnte Salpetersäure und Schwefelsäure brauchbar, von letzterer nach *M. Schultze* 4 — 5 Tropfen einer Säure von 1,839 spec. Gew. auf eine Unze Wasser. Schnitte gewinnt man von in Alkohol und Chromsäure erhärteten oder von trocknen Linsen leicht und kann man dieselben durch Essigsäure wieder durchsichtiger machen. — Die Nebenorgane der Augen bieten zu keinen besondern Bemerkungen Anlass, nur von den *Meibom*'schen Drüsen kann angegeben werden, dass sie an mit Essigsäure und Alkalien behandelten *Tarsi* und an Längs- und Querschnitten getrockneter solcher am besten wahrzunehmen sind.

Literatur. Auge als Ganzes: *E. Brücke*, Anat. Beschreibung des menschl. Augapfels. Berlin 1847; *W. Bowman*, *Lectures on the parts concerned in the operations on the eye and on the structure of the retina and vitreous humor.* London 1840; *A. Hannover*, *Bidrag til Ojets Anatomie, Physiologie og Pathol.* Kiöbenhavn 1850; *R. A. Löwig*, *Quaestiones de oculi phys.* Vratisl. 1857.

Nebenorgane: *J. A. Moll*, *Bijdragen tot de nat. der. oogleden.* Utrecht 1857; *Albini*, in Zeitschr. d. Wien. Aerzte. 1857. S. 32 (Augenlider); *H. Müller*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. IX. S. 541; in Würzb. Verh. Bd. IX (glatte Muskeln der Augenhöhle); *R. Maier*, Ueber den Bau der Thränenorgane. Freiberg 1859; *Beraud*, in *Gaz. méd.* 1859. p. 827. (Thränendrüsen); *W. Turner*, in *Natur. hist. rev.* 1862. p. 106 (glatte Muskeln); *J. Henle*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XXIII. S. 264; *T. Harling*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XXIV. S. 275 (glatte Muskeln).

Conjunctiva: Sappey, in *Gaz. méd.* 1853; *W. Krause*, in Zeitschr. f. rat. Med. 1854. IV. S. 337; *J. Stromeyer*, in Deutsch. Klinik. 1859. Nr. 25; *W. Manz*, in Zeitschr. f. rat. Med. V. 1859. S. 122; *W. Krause*, in Die terminal. Körperch. 1860. S. 151 (Nerven) und Anatom. Unters. 1861. S. 133 und 145; *J. Arnold*, Die Bindehaut der Hornhaut und der Greisenbogen. Heidelberg 1860; *J. Arnold*, in *Virch.* Arch. Bd. XXIV. S. 250. XXVI. S. 306 (Nerven); *C. Kleinschmidt*, in Arch. f. Ophth. Bd. IX. 3. S. 145.

Sclerotica: M. Erdl, *Disq. anat. de oculo I. De m. sclerotica.* Monach. 1839; *Bochdalek*, in Prager Vierteljahrsschr. 1849. IV. S. 119; *T. Langhans*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XV. S. 243 (*Sclera* der Fische).

Cornea: Kölliker, in Mitth. der naturf. Ges. in Zürich. 1848. Nr. 19; *Strube*, Der normale Bau der *Cornea.* Würzb. 1851. *Diss.*; *His*, in Würzb. Verh. III; *Coccius*, Ueber die Ernähr. der Hornhaut und die serumf. Gef. Leipzig 1852; *Henle*, im Jahresber. für 1852; *R. Maier*, Zur pathol. Anat. der *Cornea*, in Freiburg. Ber. 1855. Nr. 6; *Dorn-*

blüth, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. VII. S. 212 und Bd. VIII. S. 156; *Henle*, Ebendas. S. 234; *v. Wittich*, in Arch. f. pathol. Anat. IX. S. 190; *A. Winther*, Unters. über den Bau der Hornhaut. Giessen 1856, und *Virch.* Arch. X. S. 505; *W. His*, Beitr. zur norm. u. pathol. Hist. d. *Cornea*. Basel 1856; *A. Rollett*, in den Wiener Ber. Bd. XXXIII; *A. Classen*, Unters. über die Histologie der Hornhaut. Rostock 1858. *Diss.*; *Th. Langhans*, in Zeitschr. f. rat. Med. 1861. XII. S. 1; *M. Wilckens*, in *Henle's* Zeitschr. 1860. Bd. XI. S. 167; *v. Recklinghausen*, Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zur Bindesubstanz. 1862. S. 36; *Sämisch*, Beitr. zur norm. und pathol. Anat. des Auges. Leipzig 1862 (Hornhautnerven); *W. His*, Ueber die Einw. des salpet. Silberoxydes auf die Hornhaut, in Schweiz. Zeitschr. f. Heilk. II. S. 1; *J. V. Ciaccio*, in *Quart. Journ. of micr. sc.* 1863. Vol. III. *Trans.* pag. 77; *W. Kühne*, Unters. üb. d. *Protoplasma*. Leipzig 1863; *Klebs*, in Med. Centralbl. 1864. Nr. 33; *J. Niemetschek*, in Prag. Viertelj. 1864. Bd. III. S. 48; *Hoyer*, in Arch. f. Anat. 1865. S. 210. 1866. S. 180; *J. J. C. v. Woerden*, in *Nederl. Archief.* I. 2. S. 461; *Donders*, Ebend. S. 190; *J. Cohnheim*, in Med. Centralbl. 1866. Nr. 26; *Virch.* Arch. XXXVIII. S. 343; *Kölliker*, in Würzb. nat. Zeitschr. Bd. VI. S. 121; *Th. W. Engelmann*, Ueber d. Hornhaut d. Auges. Leipzig 1867; *W. Krause*, in Arch. f. Ophth. Bd. XII. S. 296; *W. H. Lightbody*, in *Journ. of Anat. and phys.* I. S. 15; *C. Schalygen*, in Arch. f. Ophth. XII. 1. S. 83.

Chorioidea und *Iris*: *E. Brücke*, in *Müll.* Arch. 1846; *v. Reecken*, in *Ned. Lancet.* 1855; *J. Budge*, Ueber die Bewegung der *Iris*. Braunschw. 1855; *v. Wittich*, in Arch. f. Ophthalmologie. II. 1. S. 125; *H. Müller*, Anat. Beitr. zur Ophth. in *v. Gräffe's* Archiv. II. 2. III. 1. und IV. 2. S. 277; in Würzb. Verh. X. S. 45, 107, 147, 179; *Rouget*, in *Gaz. méd.* 1856. 9 und 50, und *Compt. rend.* 19. Mai und 30. Juni; *Dechen*, *De musc. Brückiano.* 1856. *Diss.*; *Levy*, *De musc. cil. structura.* Berol. 1857. *Diss.*; *Arlt*, in Arch. f. Ophthalm. III. 2. S. 87; *Mannhart*, in Arch. f. Ophthalm. IV. 1; *C. Schweigger*, im Arch. f. Ophthalm. VI. S. 320; *W. Henke*, Ebendas. S. 56; *W. Krause*, in Anat. Unters. S. 91 (Ganglienzellen im *Orb. ciliaris*); *Klebs*, in *Virch.* Arch. XIX. S. 321. XXI. S. 171; *B. Rosow*, in Arch. f. Ophth. Bd. IX. 3. S. 63; *J. Arnold*, in *Virch.* Arch. XXVII. S. 345; *A. Grünhagen*, in Med. Centralbl. 1863. Nr. 37; in *Virch.* Arch. XXX. S. 481; Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XXVIII. S. 176; *T. Leber*, Anat. Unters. üb. d. Blutgef. d. m. Auges. Wien 1865, im Auszuge in Arch. f. Ophthalm. Bd. XI. S. 1; *G. Meyer*, in *Virch.* Arch. XXXIV. S. 380.

Retina: *A. Michaelis*, in *Müll.* Arch. 1837. S. 12, und *N. Act.* T. XIX. 1842; *R. Remak*, in *Müll.* Arch. 1839; *F. Bidder*, in *Müll.* Arch. 1839 und 1841; *A. Hannover*, in *Müll.* Arch. 1840 u. 1843, und *Recherches microsc. sur le syst. nerveux.* Copenh. 1844; *F. Pacini*, *Sulla tessitura intima della retina*, in *Nuovi Annali delle scienze naturali di Bologna* 1845, auch deutsch. Freib. 1847; *Corti*, in *Müll.* Arch. 1850. S. 274, dann in Zeitschr. f. wiss. Zool. V. S. 87; *H. Müller*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. 1851. S. 234, ferner in Würzb. Verh. II. S. 234. III. S. 336. IV. S. 96; *Henle*, in Zeitschr. f. rat. Med. N. F. II. S. 304; *Kölliker*, in Würzb. Verh. III. S. 316, dann mit *H. Müller* in *Compt. rend.* 1853. Oct.; *Remak*, in *Compt. rend.* 12. Nov. 1853, dann in Allgem. Med. Centralz. 1854. Nr. 1, und Deutsche Klinik 1854. Nr. 16; *M. d. Vintschgau*, in Sitz. d. Wiener Akad. 1854; *Bergmann*, in Zeitschr. f. rat. Med. N. F. V. S. 245; *Blessig*, *De retinae structura*, *Diss. inaug.* Dorp. 1855; *Bergmann*, in Gött. Anz. 1855. Nr. 181, und in Zeitschr. f. rat. Med. 3. R. II. S. 83; *J. Goodsir*, in *Edinb. med. Journ.* 1855. p. 377; *H. Müller*, Anat.-phys. Unters. über die *Retina*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VIII. S. 1, u. *Compt. rend.* 1856. Oct.; *M. Schultze*, in Berl. Monatsb. 1856; *E. Lehmann*, *Exp. q. de nervi opt. dissecti ad retinae text. vi.* Dorp. 1857; *Th. Nunneley*, in *Quart. Journ. of micr. sc.* 1858. Juli; *H. Müller*, im Arch. f. Ophthalm. IV. 2. S. 1; in Würzb. naturh. Zeitschr. II. S. 64; *M. Schultze*, *Obs. de retinae struct. penit.* Bonn 1859, u. Sitzungsber. der niederrhein. Ges. in Bonn. 1861. S. 97; *Ritter*, im Arch. f. Ophthalm. V. Abth. 2. S. 101; *E. de Wahl*, *De retinae structura in monstro anenceph.* Dorp. 1859. *Diss.*; *v. Ammon*, in Prager Vierteljahrsschr. 1860. I. S. 140; *W. Manz*, in *Henle's* Zeitschr. 1860. Bd. X. S. 301; *G. Braun*, in Wiener Sitzungsber. Bd. LXII. 1860, u. *Moleschott's* Unters. VIII. S. 174 (Stäbchen); *W. Krause*, in Gött. Nachr. 1861. S. 2, in *Henle's* Zeitschr. XI. S. 175, und Anat. Unters. S. 56; *H. Müller*, in Würzb. naturw. Zeitschr. II. S. 139, 218, 222; Ueber das Auge des Chamäleon. Ibid. III. S. 10; *Hyrtl*, in Sitzungsber. der Wien. Akad. Bd. XLIII. S. 207; *Schiess*, in *Henle's* Zeitschr. Bd. XVIII. S. 129;

H. Welcker, Ebendas. Bd. XX. S. 173; *R. Schelske*, in Med. Centralbl. 1863. Nr. 35; *W. Krause*, in *Henle's* Zeitschr. Bd. XX. S. 7; *J. Henle*, in Gött. Nachr. 1864. Nr. 7, 15; *C. Ritter*, in Arch. f. Ophth. Bd. VIII. 2. S. 115; Die Structur der *Retina*. Leipzig 1864; in Arch. f. Ophth. Bd. XI. 1. S. 89, 179; *C. Heinemann*, in *Virch.* Arch. XXX. S. 256; *J. W. Hulke*, in *Lond. ophth. hosp. reports*. IV. S. 243, und *Journ. of Anat. and phys.* I. S. 94; *Niemetschek*, in Prager Vierteljahrsschrift. 1866. I. S. 132; *M. Schultze*, in Arch. f. mikr. Anat. II. S. 165. III. S. 371; *W. Steinlin*, Zur Anat. der *Retina*. St. Gallen 1866; *C. Hasse*, in Gött. Nachr. 1866. Nr. 8, und Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XXIX. S. 238; *W. Manz*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XXVIII. S. 231; *V. Hensen*, in *Virch.* Arch. Bd. XXXIX. S. 475.

Glaskörper: *E. Brücke*, in *Müll.* Arch. 1843. S. 345, und 1845. S. 130; *Hannover*, in *Müll.* Arch. 1845. S. 467; *W. Bowman*, in der oben citirten Schrift und in *Dubl. Quart. Journ.* Aug. 1845. p. 102; *Virchow*, in Arch. f. pathol. Anatomie IV. S. 468. V. S. 278, und in Verh. d. Würzb. phys. med. Gesellsch. II. S. 317; *Doncan*, in *Ned. Lanc.* 1853—1854. p. 625; *Finkbeiner*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VI. S. 330; *C. O. Weber*, in *Virch.* Arch. XVI. S. 410. XIX. S. 367; *A. Coccius*, Ueber d. Gew. und die Entz. des Glaskörpers. Leipzig 1860; *E. Neumann*, in *Virch.* Arch. XXIII. S. 594; *H. Heiberg*, in Med. Centr. 1865. Nr. 42, und Arch. f. Ophth. Bd. XI. S. 168; *Dousmani*, in *Compt. rend.* 1865. 14. Aug.

Linse: *A. Hannover*, in *Müll.* Arch. 1845. S. 478; *Harting*, *Histiolog. Anteekeningen.* 1846. p. 1—7, und *Rech. micrométriques*; *Mensonides*, in *Ned. Lanc.* 1848. p. 694. 709; *H. Meyer*, in *Müll.* Arch. 1851. S. 202; *Strahl*, in Arch. f. phys. Heilk. XI. S. 332; *Kölliker*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VI. S. 142; *Thomas*, in Prag. Vierteljahrsschrift. Bd. I; *Lohmeyer*, in Zeitschr. f. rat. Med. N. F. Bd. V; *Czermák*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VII. S. 185; *Robin*, *Anat. path. d. Cataracte*, in *Arch. d'Ophthalm.* V; *Th. Nunneley*, in *Journ. of micr. sc.* April 1858. p. 136; *F. J. v. Becker*, in Arch. f. Ophth. Bd. IX. 2. S. 1; *Bruch*, in Abh. d. Senkenb. Ges. Bd. VI. — Ausserdem vergleiche man *Arnold*, *Icon. Org. sensuum*, meine Mikr. Anat. und in *Ecker*, *Icon. phys.* die Retinatafel von *H. Müller* und *mir*, ferner die vergleichend anatomischen Arbeiten von *Leydig* (*Icones*), *Hensen*, *Babuchin*, *M. Schultze*.

II. Vom Gehörorgane.

§. 224.

Das Gehörorgan besteht aus den eigentlich empfindenden Theilen mit der Ausbreitung des Hörnerven, welche in der Knochenmasse des Labyrinths enthalten sind, und aus besondern Hülfsapparaten, dem äussern und mittlern Ohre, deren Hauptbestimmung die ist, für richtige Auffassung und Zuleitung der Schallwellen zu sorgen.

§. 225.

Aeusseres und mittleres Ohr. Die Ohrmuschel und der knorpelige äussere Gehörgang haben als Stütze den 0,3—2,2 mm dicken, mit dem festen *Perichondrium* sehr biegsamen, sonst äusserst brüchigen Ohrknorpel, *Cartilago auris*, von bekannter Form, der in seinem feinern Baue an die gelben oder Netzknorpel sich anschliesst, jedoch durch ein bedeutendes Vorwiegen der 22 μ grossen Knorpelzellen vor der streifigen Grundsubstanz sich auszeichnet. Ueberzogen wird derselbe von der äussern Haut, welche mit Ausnahme des Ohrläppchens fast fettlos ist, an der vertieften Seite der Muschel dem Knorpel fest anhaftet, und hier durch einen bedeutenden Reichthum von Drüsen sich auszeichnet. Dieselben sind einmal gewöhnliche Talgdrüsen, welche in der *Concha* und *Fossa scaphoidea* am entwickeltsten sind und hier den Durchmesser von 0,5—2,2 mm erreichen, dann kleine Schweissdrüsen von 0,14 mm an der gewölbten Seite der Ohrmuschel, endlich die schon oben (§§. 67, 68)

geschilderten Ohrenschmalzdrüsen im knorpeligen äussern Gehörgange selbst. In letzterem misst die *Cutis* noch 0,45—0,28 mm, ohne die 30—45 μ dicke *Epidermis*, und hat ausser den *Glandulae ceruminosae* noch Härchen und Talgdrüsen in einem derben subcutanen Gewebe, während sie im *Meatus osseus* ganz zart ist, jedoch bis ans Trommelfell kleine Papillen besitzt (*Gerlach*) und ganz fest mit dem Perioste dieses Ganges verschmilzt.

Das mittlere Ohr wird in allen seinen Räumen, sammt den in ihm enthaltenen Gehörknöchelchen, Sehnen, Nerven, von einer zarten Schleimhaut ausgekleidet, welche in den Zitzenzellen und auf den *Ossicula auditus*, wo sie auch die *Membr. obturatoria stapedis* bildet, und an der *Membr. tympani* noch zarter ist, als in den Nebenhöhlen der Nase, am dicksten in der *Tuba Eustachii*. Ihr Epithel ist an letztgenanntem Orte ein geschichtetes Flimmerepithelium von 54 μ Dicke, welches in der Paukenhöhle in eine dünne, ein- oder zweischichtige, noch flimmernde Lage pflasterförmiger Zellen sich umwandelt und bis in die Nebenhöhlen sich erstreckt, jedoch, wie wir hier in Würzburg an einem Hingerichteten fanden, am Trommelfelle durch ein einfaches, nicht wimperndes Pflasterepithel ersetzt wird, ein Verhalten, das übrigens nicht beständig ist, indem *Koppen* unter 14 Fällen zweimal auch am Trommelfelle Flimmerzellen fand. Das Trommelfell besteht aus einer mittleren fibrösen Platte, welche am *Sulcus tympanicus*, im Zusammenhange mit dem Perioste der *Cavitas tympani* und des *Meatus osseus* und mit der den letztern auskleidenden *Cutis*, mit einem verdichteten Streifen besonders ringförmiger Fasern, dem sogenannten *Annulus cartilagineus* beginnt. Diese Platte wird in ihrem äussern Theile von strahlenförmig von dem mitten in dieser Schicht steckenden Hammergriffe auslaufenden Fasern, die in der Mitte der Membran eine Lage von 22—40 μ bilden (*Gerlach*), und innen aus mehr ringförmigen gegen die Mitte zu sich verlierenden Elementen gebildet, welche beiden Lagen zum Theil von einander sich sondern lassen und beide aus dünnen, zum Theil netzförmig verbundenen Bindegewebsbündeln mit spindelförmigen Zellen bestehen. Aussen sitzt auf dieser Haut eine zarte Fortsetzung der *Epidermis* des äussern Gehörganges, so wie auch des *Corium* (*Arnold*, *v. Tröltsch*), welches letztere jedoch kaum einen vollständigen Ueberzug bildet (*Gerlach*).

Die Gehörknöchelchen bestehen vorzüglich aus schwammiger Knochensubstanz mit einer zarten dichten Rinde, und ihre Gelenke und Bänder ahmen im Kleinen andere solche Organe selbst bis auf die fast nur einschichtige Knorpellage vollkommen nach. Am Fusstritte des Steigbügels findet sich ein faseriger Saum von 70 μ Breite mit freiem Rande, so dass die *Fenestra ovalis* nur von dem mit der Basis des *Stapes* verbundenen Perioste des *Vestibulum* geschlossen wird (*Henle*). Am Ambos besteht die Spitze des *Proc. brevis* aus Faserknorpel (*Henle*). Auch am Hammer hat vor kurzem *J. Gruber* eine Knorpellage entdeckt, welche so weit sich erstreckt als derselbe mit dem Paukenfell in Verbindung ist, d. h. vom *Processus brevis* bis zum Ende des *Manubrium*. Ich betrachte diesen hyalinen Knorpel, der leicht zu bestätigen ist, als einen Rest des fötalen knorpeligen Hammers und ist es leicht möglich, dass der knöcherne Hammer ganz und gar als Belegknochen um den Knorpel sich bildet, wie diess beim *Processus spinosus* der Fall ist, in welchem Falle dann auch die von *J. Gruber* zwischen dem Hammerknorpel und Knochen gesehene Bindegewebslage und die da oder dort mögliche Trennbarkeit beider Theile begreiflich würde, aus welcher *J. Gruber* wohl nicht mit Recht auf eine mehr oder weniger entwickelte regelrechte Lücke zwischen beiden diesen Theilen geschlossen hat (s. auch *Prussak* l. c.). Die Muskeln der Gehörknöchelchen sind wie die des äussern Ohres quergestreift. — Die *Pars cartilaginea tubae Eustachii* hat als Grundlage zum Theil einen rinnenförmig gebogenen vorzugsweise medial gelagerten Knorpel, der seinem Baue nach mehr an die ächten Knorpel sich anschliesst, jedoch meist eine blasse faserige Grundsubstanz besitzt. Die laterale Wand des Canales besteht oben aus dem hakenförmig umgeschlagenen Theile des Knorpels, an dem eine gewisse

Menge Fasern des *Sphenostaphylinus* sehnig sich ansetzen, weiter unten erst aus festerem Bindegewebe, in der unteren Hälfte dagegen aus mehr lockerem Fettgewebe (*Henle*, *Rüdinger*). Der knorpelige Theil der *Tuba* enthält in seiner Schleimhaut, besonders gegen die Mündung zu, viele traubige Schleimdrüsen, vollkommen von derselben Beschaffenheit wie die des *Pharynx*, in dessen Schleimhaut die der *Tuba* ohne Grenze sich verliert. — Mit Gefässen und Nerven ist das äussere Ohr in ähnlicher Weise versehen, wie die äussere Haut. Im mittleren Ohre ist namentlich die Schleimhaut der Wandungen der Paukenhöhle reich an Gefässen, ebenso die *Tuba Eustachii* und das Trommelfell, in welch' letzterem die stärksten Arterien und Venen längs des Hammergriffes in der äussern Cutislage verlaufen und am Umkreise der Haut arterielle und venöse Gefässringe erzeugen, ausserdem auch zahlreich in der Schleimhaut sich verästeln. Die Nerven stammen vorzüglich vom neunten und fünften Paare und verästeln sich im Ganzen genommen spärlich in der Schleimhaut. Ihre Endigungen sind unbekannt, dagegen weiss man, dass der *N. tympanicus* viele grosse, vereinzelte oder in kleinen Knötchen beisammen liegende Ganglienzellen enthält. Am Trommelfelle steigt das in der äussern Cutislage liegende Nervenästchen (vom *Vagus*? nach *Sappey*) vom Perioste des *Meatus* her von oben herab an die Hülle, gibt schon in der Gegend des *Proc. brevis* Aeste ab und steigt dann in der Richtung des *Manubrium mallei* und meist etwas hinter ihm herab, lässt sich jedoch noch unter demselben in feine Reiserchen verfolgen (*v. Tröltsch*). Blasse Nervenfasern will *Gerlach* im Schleimhautüberzuge des Trommelfelles gesehen haben.

Für ausführlichere Angaben über das Trommelfell verweise ich auf die Arbeiten von *v. Tröltsch*, *Gerlach* und *J. Gruber*. Die *Tuba Eustachii* hat fleissige Bearbeiter gefunden in *v. Tröltsch*, *Rüdinger* und *L. Mayer*. Das *Foramen Rivini* des Trommelfelles, welches in neuester Zeit allgemein als Kunsterzeugniss oder pathologisch angesehen wurde, hält *Bochdalek* für etwas Regelrechtes, und muss ich gestehen, bei ihm Präparate gesehen zu haben, die kaum Zweifel zuliessen. Dasselbe liegt einfach oder doppelt dicht am oberen Rande der Membran, über dem *Proc. brevis* vor oder hinter demselben.

§. 226.

Der Vorhof und die knöchernen halbkreisförmigen Canäle werden an ihrer innern Fläche von einem äusserst dünnen Perioste überzogen, das aus einer starren feinfaserigen Bindesubstanz ohne elastische Fasern, aber mit zahlreichen Kernen besteht, und, wie ich gefunden (4. Aufl.), im Wesentlichen aus Netzen von Bindegewebskörperchen zusammengesetzt ist. Ein Epithel, das ich früher als Auskleidung des *Periostes* annehmen zu dürfen glaubte, ist mir bei wiederaufgenommenen Untersuchungen zweifelhaft geworden, doch handelt es sich hier möglicherweise um sehr zarte und vergängliche Bildungen, wie diess schon *Corti* hervorhebt und erklären sich so die sehr abweichenden Befunde der verschiedenen Beobachter. Die *Membrana tympani secundaria* betrachtet *Reichert* als einen »unverknöchert« [illegible] gesagt häutig gebliebenen Theil der ursprünglichen Kapsel des häutigen Labyrinthes, deren Aussenseite mit der Schleimhaut der Paukenhöhle, die Innenfläche mit dem Perioste des Labyrinthes verwachsen sei. Sei dem wie ihm wolle, so besteht dieselbe nur aus einer dünnen Faserlage mit Gefässen und einzelnen Nervenfädchen und einem Pflasterepithel an der Aussenseite.

Die im Innern des Vorhofes und der knöchernen halbkreisförmigen Canäle enthaltenen häutigen zwei Säckchen und Canäle liegen nicht ganz frei in der das knöcherne Labyrinth erfüllenden *Perilymphe*, sondern sind ohne Ausnahme an [illegible] Stellen mit dem Perioste verbunden. Bei den Säckchen findet sich eine

solche Verbindung einmal an den Stellen, wo die Nerven zutreten, ausserdem zeigt aber auch der *Sacculus ellipticus* oder *Utriculus* an bestimmten Stellen eine festere Verbindung mit dem Perioste (*Odenius*) und hängt der *Sacculus rotundus* mit dem *Utriculus* zusammen (*Reichert*), doch gehören die in dem die beiden Säckchen trennenden »*Septum*« befindlichen Nerven (*Reichert*) ganz dem *Sacculus rotundus* an (*Odenius*). Auch die *Tubuli semicirculares membranacei* sind nicht nur an den Ampullen befestigt, sondern erhält sich die von mir bei Embryonen gefundene excentrische Lage derselben (Fig. 501) an der convexen Seite der Canäle auch, nachdem der **perilymphatische Raum** entstanden ist, wie *Rüdinger* gezeigt hat. Die von diesem Forscher aufgestellten Namen *Canales circulares membranacei majores* und *minores* sind übrigens zu verwerfen, denn die *Canales majores* sind nichts als die von der Beinhaut umschlossenen, die Perilymphe enthaltenden Räume, die man ja längst kennt und nicht zu benennen für nöthig gehalten hat.

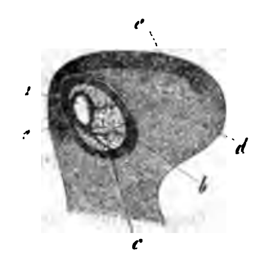


Fig. 501.

Die Säckchen und häutigen Canäle zeigen alle wesentlich denselben Bau. Die im Verhältnisse zur Kleinheit der Theile ziemlich dicken (von 26—33 μ bei den *Tubuli*, 35 μ bei den *Sacculi*) und festen, durchsichtigen und elastischen Wandungen derselben zeigen zu äusserst eine aus einfacher Bindesubstanz, d. h. **Netzen von Bindegewebskörperchen** gebildete Haut, welche der *Lamina fusca scleroticae* sehr nahe kommt, und auch stellenweise **bräunlichen Farbstoff** in ihren Zellen enthält wie diese. Dann folgt eine durchsichtige, glasartige, besonders nach innen scharf begrenzte Hülle von 9—18 μ Dicke, welche stellenweise deutlich eine zarte Längsstreifung zeigt, und immer bei Essigsäurezusatz eine Menge länglicher Kerne hervortreten lässt, und daher nicht wohl mit den *Membranae propriae*, der Linsenkapsel etc. in eine Linie gestellt werden kann, obschon sie auch in ihrem chemischen Verhalten denselben sich nähert. Die innerste Lage endlich ist ein einfaches, leicht in seine Elemente zerfallendes **Pflasterepithel** von 6,7 μ Dicke, mit zum Theil grösseren, zum Theil kleineren (von 9—18 μ) vieleckigen Zellen, welches alle die genannten Räume auskleidet und die sogenannte *Endolympha s. Aquula vitrea auditiva* umschliesst, in der von *Barruel* bei Fischen Schleim nachgewiesen worden ist.

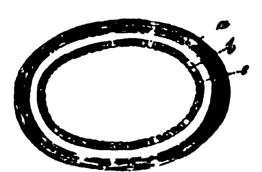


Fig. 502.

Die **Gefässe** des häutigen Labyrinthes sind ziemlich zahlreich, und verbreiten sich mit kleinen Arterien und Venen und reichlichen Capillarnetzen an der Faserhaut und Glashaut dieser Theile, am reichlichsten in der Nähe der Nervenendigungen. Von solchen kennt man nur die des *Acusticus*, welcher mit dem *Nervus vestibuli* die drei häutigen Canäle und das elliptische Säckchen und mit Einem Aste des Schneckennerven das runde Säckchen versorgt. In den Canälen breiten sich die Nerven nur an den Ampullen aus, und zwar treten sie, wie *Steifensand* gezeigt hat, bei jeder in eine **Einbiegung** oder **Verdoppelung** der auf der Krümmungsseite des Canals gelegenen Wand, welche von innen als ein querer, etwa einen Drittheil des Umfanges

Fig. 501. Querschnitt des oberen halbkreisförmigen Canales eines sechs Monate alten menschlichen Embryo, vergr. *a.* bindegewebige Hülle des *Tubulus membranaceus*, dessen Epithel nicht erhalten ist, *b.* Periost des im Knorpel ausgegrabenen Canales, *c.* Gallertgewebe zwischen beiden, *d.* Knorpel mit Verkalkung bei *e.*

Fig. 502. Querschnitt eines halbkreisförmigen Canals, 250 mal vergr. *a.* Faserhaut mit Kernen, *b.* gleichartige Hülle, *c.* Epithel. Vom Kalbe.

einnehmender Vorsprung (*Crista acustica* *M. Schultze*) erscheint, der um 0,35 mm in die Höhlung der Ampullen hineinragt und in der Längsrichtung der Canäle gemessen 0,5 mm Dicke besitzt (*Henle*). Von dieser Seite gesehen erscheint die *Crista* in der Mitte eingebuchtet, an beiden Enden abgerundet, im ganzen breit herzförmig. Die Nerven theilen sich innerhalb der *Crista*, d. h. in der die Aushöhlung derselben einnehmenden einfachen Bindesubstanz, die nichts anderes als eine stärkere Entwickelung der Faserhaut der Bogengänge ist, zuerst in zwei Hauptäste, die auseinander tretend nach den beiden Ecken derselben sich begeben, und dann jeder in der Haut der Ampulle in ein reiches Büschel kleinerer, vielfach zusammenhängender Aestchen sich auflösen, welche schliesslich als feine Zweigchen von zwei bis zehn, 2,2 — 3,3 μ dicken Primitivfasern die glasartige Haut der Ampulle durchbohren, und in dem hier dickeren und auch sonst eigenthümlich beschaffenen Epithel enden (*Reich*, *M. Schultze*, *ich*, *Hasse*). In den Säckchen ist die Nervenausbreitung eine ähnliche, nur nimmt dieselbe einen grössern Raum ein (im *Sacculus* misst diese Stelle 3 mm Länge, 1,5—1,6 mm Breite, im *Utriculus* 3 mm Länge, 2 mm Breite nach *Odenius*) und ist der auch hier nicht fehlende Vorsprung der Wand der Säckchen oder die sog. *Macula acustica* (*Henle*) viel weniger bemerkbar, als in den Ampullen. An der Stelle der Nervenausbreitung findet sich in jedem der Säckchen ein vom blossen Auge leicht sichtbarer kreideweisser und scharfbegrenzter Fleck, der durch eine ganz helle, aber 22 μ dicke Haut (eine *Cuticula?*) an der Innenwand derselben festgehalten wird. Diess ist der sogenannte **Gehörsand**, *Otoconia Breschet*, oder die **Gehörsteinchen**, *Otolithi*, der von unzähligen, von einer **gleichartigen Substanz** getragenen, runden, länglichen, oder deutlich die Form von doppelt zugespitzten, wahrscheinlich sechsseitigen Säulen besitzenden Körperchen von 0,9 — 11 μ Länge und einer Breite von 2,2 — 4,5 μ bei den grössern gebildet wird. Dieselben bestehen aus kohlensaurem Kalk und sollen etwas organische Substanz als Rückstand zurücklassen, was zu beobachten mir nochnicht gelang.

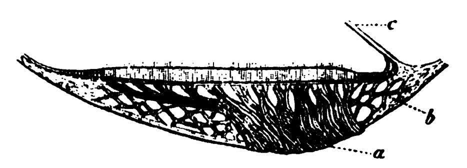


Fig. 503.



Fig. 504.

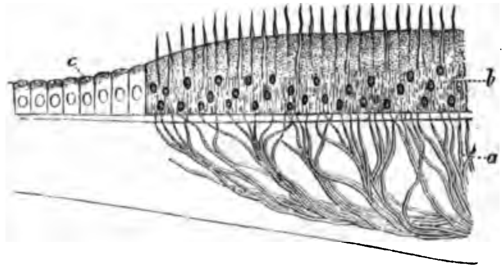
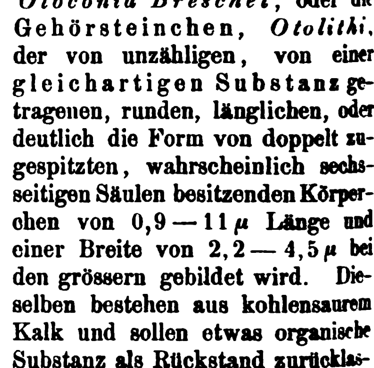


Fig. 505.



Nach neuesten Untersuchungen von *Odenius* messen die *Maculae acusticae* des Menschen in der Dicke im *Sacculus* 0,42 mm, im *Utriculus* 60—80 μ und bestehen in

Fig. 503. Querschnitt durch die innere Wand und *Macula acustica* des *Sacculus rotundus* des Menschen, Holzessigpräparat. *a*. Nerven, *b*. netzförmiges, grobmaschiges Bindegewebe, *c*. die äussere Saccularwand. An der Eintrittsstelle der Nerven sieht man das dicke Epithel mit den Hörhaaren der *Macula*. Vergr. 23. Nach *Odenius*.

Fig. 504. Otolithen des Kalbes, 350mal vergr.

Fig. 505. Längsschnitt durch den Randtheil der *Macula acustica* des *Sacculus ellipticus* des Menschen, halbschematisch. *a*. Gegen die glasartige Haut und das Epithel aufsteigende Nervenbündelchen, *b*. Epithel der *Macula* mit den Hörhaaren, *c*. Cylinderepithel am Rande der *Macula*. Vergr. 300. Nach *Odenius*.

ihrer 30—35 μ dicken Bekleidung wesentlich aus zwei Elementen, einmal cylindrischen Epithelzellen von wechselnder Form mit körnigem gelblichem Inhalte und zweitens spindelförmigen Elementen, die in Chromsäure und Holzessig durch ihren Glanz scharf hervortreten, nur hie und da Andeutungen eines Kernes, und an dem einen Ende die schon von den früheren Beobachtern bei Thieren gesehenen Hörhaare (*M. Schultze*) zeigen, die beim Menschen in einer Länge von 22—27 μ beobachtet wurden. Am anderen Ende scheinen diese »Hörzellen«, wie ich sie nennen will, mit den ins Epithel eintretenden Nervenenden zusammen zu hängen, doch hält *Odenius* diese Verbindung wenn auch sehr wahrscheinlich, doch noch nicht für so bestimmt nachgewiesen, als es wünschbar wäre. *Maculae acusticae* im Ganzen betrachtet zeigten die Hörhaare ziemlich regelmässig vertheilt, so dass, den senkrechten Durchschnitten nach zu urtheilen, nur je Eine Reihe von Epithelzellen um dieselben herumsteht. Ferner ging das gelbliche Epithel der *Macula* mit unregelmässiger Begrenzung und ohne Uebergänge in das benachbarte Epithel über, welches anfänglich von hohen hellen Cylindern gebildet wird, nach und nach aber in niedrige Pflasterzellen sich umwandelt.

Die Endigung der Hörnerven in den Vorhofssäckchen und Ampullen ist in der neuern Zeit allmählich genauer erkannt worden (s. die 3. Aufl. dieses Werkes S. 661 und Mikr. Anat. II. 2. S. 741), bis endlich die Untersuchungen von *Reich* und *M. Schultze* diesen Gegenstand der Erledigung so nahe brachten, dass wir nun wenigstens über die wesentlichsten Verhältnisse im Klaren sind. Nach *Reich* erheben sich die feinen Nervenfasern von *Ammocoetes* und *Petromyzon* in den in das Labyrinth vorspringenden Falten, nachdem sie eine kleine spindelförmige Anschwellung erlitten, gegen die freie Oberfläche nach dem Epithel zu. In dieses eingetreten, zeigen sie gleich eine rundliche Anschwellung mit glänzendem Kern und *Nucleolus*. Aus dieser tritt nach oben eine etwas breitere Faser, welche zwischen den Cylinderzellen des Epithels verläuft und, an die freie Oberfläche hervorgetreten, in einiger Entfernung von derselben noch eine birnförmige Zelle von 6 μ mit einer feinen fadenförmigen Verlängerung als letztes Ende trägt. Somit ist hier zum ersten Male das Eintreten der Acusticusfasern in das Epithel des Labyrinthes und das letzte freie Ende derselben beschrieben, Angaben, welche dann *M. Schultze*'s ausführliche Untersuchungen, wenigstens mit Bezug auf den ersten Punct, vollkommen bestätigt und erweitert haben. Nach diesem Forscher gelingt es bei *Plagiostomen* an Chromsäurestücken nicht gerade schwer, das Eintreten der Acusticusfasern in das Epithel der Nervenleisten der Ampullen nachzuweisen. Die Fasern verlieren hierbei ihre dunklen Umrisse und die Scheide, und werden zu Axencylindern, welche dann zierlich in feinere Aestchen zerfallen und mit ganz feinen, selten varicösen Fäserchen ausgehen, deren wirkliches Ende nicht gesehen wurde. Dagegen fand *Sch.* im Epithel zweierlei Zellen, einmal walzenförmige in zwei Formen, 1) entschieden walzenförmige gelbliche und 2) kegelförmige und dann zahlreiche sogenannte Fadenzellen von derselben Beschaffenheit wie die Riechzellen der *Regio olfactoria*, d. h. spindelförmige blassere Zellen mit einem stäbchenförmigen Anhange an der äusseren und einem feinen, nicht varicösen Fädchen an der innern Seite, Zellen, die frisch durch einen besondern blasskörnigen, glänzenden Inhalt sich auszeichnen. Von oben gesehen, bilden die Fadenzellen und die Epithelcylinder ein hübsches Pflaster, das an Retinabilder aus Gegenden erinnert, wo die Zapfen weiter auseinander stehen. *Sch.* vermuthet nun, dass die feinsten Nervenausläufer mit den genannten Fadenzellen in Verbindung stehen, doch war er nie im Stande, eine solche Verbindung unmittelbar zu beobachten. Ausserdem fand sich auch noch ein anderes Verhalten, das ihm nicht vollkommen klar wurde. Bei Fischen und Vögeln fand *Sch.* an den Nervengegenden der Ampullen und zum Theil auch den Säckchen besondere steife, glänzende feine Härchen, bei Rochen von der auffallenden Länge von 90 μ, die nicht selten brechen, in Wasser oft längere Zeit deutlich sich erhalten, dagegen in verdünnter Essigsäure und Natronlauge augenblicklich einschmelzen. Diese Gebilde können in Wasser und Chromsäure verschiedene Umwandlungen erleiden und namentlich auch in ähnliche spindelförmige Körper sich umbilden, wie sie *Reich* als über das Epithel hervorragende Nervenenden zeichnet. *Sch.* hält es für möglich, dass *R.* nichts als veränderte Härchen vor sich hatte, wenigstens konnte er bei frischen *Petromyzonten* nichts von den von diesem Forscher beschriebenen Gebilden sehen, während an

einem Chromsäurestücke wenigstens Andeutungen derselben vorhanden waren. Ueber die Bedeutung der Härchen selbst blieb *Sch.* im Unklaren. Nie sah er sie an den Fadenzellen ansitzen, und will er sich einstweilen über ihre näheren Beziehungen zu den verschiedenen Bestandtheilen des Epithels nicht aussprechen.

Diese Angaben von *M. Schultze* habe ich in der 3. Auflage für die von ihm nicht untersuchten Säugethiere und auch zum Theil für die Fische bestätigt. Letztere anlangend, so bemerke ich hier nur so viel, dass ich bei *Spinax* das Eintreten der Nerven in das Epithel der *Cristae acusticae* beobachtete, und verweise im Uebrigen auf die vorige Auflage.

Die Säugethiere anlangend, über die wir ausser *M. Schultze*'s kurzer Angabe (l. c. S. 371), dass er im *Vestibulum* von Hund und Katze bei Untersuchung mit *Humor aqueus* die dunkleren, mit undurchsichtigerem Epithel bekleideten Nervenendstellen auch von Härchen überragt finde, keine Angaben besassen, so kam *ich* beim Ochsen an Chromsäurestücken wenigstens über Ein Verhältniss ins Reine, insofern auch hier das Eindringen der Nervenenden ins Epithel nachzuweisen war (Fig. 506 1, *b*, *d*). Letzteres ist in der Gegend der Nervenenden zwei bis dreimal dicker als sonst in den Säckchen, und zeigt nach Behandlung mit Chromsäure die in Fig. 506 2 verzeichneten Formen, von denen auf den ersten Blick nur die Zellen *d* den *Schultze*'schen Spindelzellen zu entsprechen scheinen. Es war mir jedoch auffallend, dass auch die grösseren, eher gewöhnlichen Epithelzellen entsprechenden Gebilde mit zwei Fortsätzen vorkamen, sowie dass an Elementen, die ebenfalls zu ihnen zu gehören schienen, der innere Fortsatz auch varicös erschien, was zur Vermuthung führen könnte, ob nicht vielleicht auch von den grösseren zelligen Gebilden gewisse mit den Nerven in Verbindung stehen, in welcher Beziehung jedoch zu bemerken ist, dass eine varicöse Beschaffenheit von Zellenfortsätzen denn doch noch nicht hinreicht, um die Annahme einer Verbindung mit Nervenfasern zu begründen. Mag nun dem sein, wie ihm wolle, so ist sicher, dass auch beim Ochsen das Epithel der Nervengegenden des *Vestibulum* zweierlei Elemente enthält, sowie dass die Nerven in dasselbe eindringen, und wird es hierdurch fast gewiss, dass diese Organe bei allen Thieren wesentlich denselben Bau zeigen. Ja selbst haarartige Gebilde kommen hier vor, wie schon *Schultze* sah. In manchen Fällen sieht man freilich gar nichts von solchen (Fig. 506), doch habe ich auch Stücke gehabt, in denen wenigstens Andeutungen derselben sich fanden, und in einem Falle sah ich in den Ampullen und Säckchen das Epithel der Nervengegend wie mit steifen, dickeren, kegelförmigen Borsten (vielleicht Büscheln von Härchen) regelmässig besetzt.

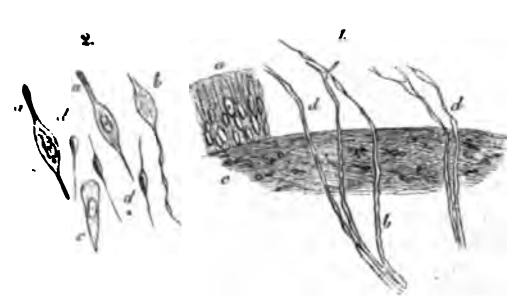


Fig. 506.

Zu diesen schon in der 3. Auflage mitgetheilten Erfahrungen sind nun in der neueren Zeit noch mehrfache andere gekommen. *Fr. E. Schulze* bestätigt die Angaben *M. Schultze*'s im Wesentlichen. Bei jungen Barschen sah er an den *Cristae acusticae* der Ampullen das hier vorkommende Cylinderepithel mit einem Walde starrer feiner Haare besetzt, die aus den Zwischenräumen der Epithelzellen hervorkamen, wie eine feine Strahlenkrone bildeten und bei 8 mm langen Thierchen 37 μ Länge besassen. Hatten die Fischchen nach dem Tode einige Zeit im Wasser gelegen, so war der unterste Theil der Haare in eine spindelförmige dunkle Anschwellung umgewandelt, von der ein feiner Fortsatz nach

Fig. 506. Aus dem *Vestibulum* des Ochsen mit Chromsäure, 350mal vergr. 1. Durchschnitt durch einen Theil der Nervenwarze des *Saccus hemiellipticus*. *a*. Epithel, *b*. Nervenstämmchen in der bindegewebigen Haut *c*. des Säckchens, *d*. blasse Nervenenden im Epithel (Axencylinder), etwas mehr als natürlich hervorgetreten. 2. Zellen des Epithels der Nervengegend. *a*. Grössere Zellen mit zwei Fortsätzen, *b*. eine solche mit einem varicösen Fortsatz, *c*. eine dickere ohne Fortsatz, *d*. kleine Spindelzellen (?).

innen zwischen die Epithelzellen abging. Auch in den Otolithensäckchen des Barsches sah *Fr. E. Schulze* in der Nervengegend Haare, ohne jedoch ihre genaueren Verhältnisse bestimmen zu können. Dieselbe Erfahrung wie beim Barsche machte der genannte Forscher auch an Larven von *Triton taeniatus*, deren Haare an den *Cristae* der Ampullen selbst 69 μ messen und bei jungen Meergrundeln (*Gobius spec.*) gelang es ihm, den unmittelbaren Zusammenhang der im Epithel der *Cristae acusticae* sich theilenden blassen Nervenfäden mit den Haaren zu verfolgen (l. c. Fig. 2). — Einige Angaben über das *Vestibulum* des Frosches hat auch *Deiters*. Er fand hier im Steinsacke in der Gegend der Nervenausbreitung ein walzenförmiges Epithel, von dem er vermuthet, dass es Haare trage, ausserdem in der Mitte der Nervenstelle noch in der Tiefe körnige rundliche Gebilde, deren Bedeutung nicht klar wurde. Das Wichtigste ist die Entdeckung einer hellen gefensterten *Cuticula* zwischen dem Epithel und dem Otolithenhaufen, deren Verhältnisse jedoch ebenfalls nicht genauer bestimmt wurden. *G. Lang*, der die *Cyprinoiden* untersuchte, ist zwar über das letzte Ende der Nerven nicht zum Abschlusse gekommen, hat jedoch immerhin einige bemerkenswerthe Erfahrungen aufzuweisen. An den *Cristae acusticae* der Ampullen fand *Lang* im Epithel eine oberflächliche Lage von Cylinderzellen von 17—18 μ Länge, 5,4—5,7 μ Breite und unter diesen eine fast dreimal so starke Lage, deren Bau ihm nicht klar wurde, ausser dass er darin wie runde oder länglichrunde Hohlräume und die Axencylinder der Ampullennervenfasern wahrnahm, welche jedoch nicht weiter als bis nahe an die Cylinderzellen sich verfolgen liessen. An der Oberfläche der Zellen fand *Lang* an frischen Stücken nichts von den von *Reich*, *M. Schultze* und den Spätern gesehenen Härchen, vielmehr eine ganz eigenthümliche Bildung, die er »Endkuppe«, *Cupula terminalis*, nennt. Dieselbe stellt einen 0,4 mm hohen, sehr zarten und feinstreifigen Aufsatz der *Crista acustica* dar, der bei starker Vergrösserung aus sehr feinen, das Licht stark brechenden Fäden zusammengesetzt erscheint, welche selbst noch wie durch viel feinere Seitenzweigelchen zusammenhängen. An ihrer Oberfläche hat diese Endkuppe einen noch helleren Saum, in dem die genannten Fäden den höchsten Grad der Feinheit erreichen und der eine sichere Beobachtung der Verhältnisse unmöglich macht. Die Beziehungen der Endkuppe zum Epithel der *Crista* oder der Nerven vermochte *Lang* nicht zu ergründen, dagegen überzeugte er sich, dass dieselbe in Chromsäure nach und nach schrumpft und in die *Reich-Schultze*'schen Härchen zerfällt. Die genannte Endkuppe — mit Bezug auf welche *L.* noch darauf aufmerksam macht, dass sie an der geschlossenen Ampulle beinahe die ganze Höhle verschliesst und somit gewiss von jeder durch die Ampulle gehenden Schallwelle getroffen wird — nimmt nun übrigens nur die Mitte der *Crista acustica* ein und zeigen die Seitentheile derselben (die *Plana semilunaria* von *Steifensand*) nichts dergleichen. Hier findet sich nach *Lang* ein Cylinderepithel, dessen Zellen bei 22—27 μ Länge und 9 μ Breite grosse runde, dunkelrandige Kerne besitzen. Eine Beziehung dieser Zellen zu den Nerven liess sich auch nicht nachweisen. — Im Vorhofe der *Cyprinoiden* fand *Lang* an der Nervenstelle ein cylindrisches Epithel mit kürzeren Härchen, ferner Andeutungen einer der Endkuppe der Ampullen ähnlichen Bildung und eine hübsche »gefensterte Haut«, die wohl bestimmt als eine Cuticularbildung bezeichnet werden kann. Ausserdem sah derselbe noch mehrere nicht zu deutende Bildungen, in Betreff welcher ich auf seine Abhandlung verweise. Auch im Sacke (*Saccus*) fand *Lang* in beiden Abtheilungen eine gefensterte Haut unter den betreffenden Otolithen und scheint somit, dass diese Bildungen, die im nächsten §. bei der Schnecke noch besprochen werden sollen, eine wichtigere Rolle spielen, als man bisher geahnt hat. — Zu diesen Untersuchungen allen kommen nun noch die neuesten werthvollen Darstellungen von *Odenius* über den Menschen, die schon im Texte mitgetheilt wurden, so wie ausgezeichnete Beobachtungen von *C. Hasse* über das Gehörorgan der Vögel nebst einigen Mittheilungen über dasjenige der Säuger. Bei den Vögeln sah *Hasse* allerwärts wo Nerven enden eine Verbindung der letzten Enden mit besondern haartragenden Zellen im Epithel, den von ihm sogenannten »Stäbchenzellen« und ähnliches liess sich auch beim Frosche nachweisen. Für die Säuger (Hund und Katze) fand *Hasse* in den Ampullen im Wesentlichen dasselbe wie *Odenius* in den Säckchen, nur fand er an den »Hörzellen« bestimmt einen Kern, ferner am freien Ende einen 2 μ dicken Verbindungssaum, der auch bei den Vögeln da ist, von welchem je Ein an der Basis 3 μ breites unendlich fein auslaufendes Hörhaar ausgeht. Am andern Ende spitzt sich jede Hörzelle in einen feinen hellglänzenden Faden zu, dessen Verbindung mit den auch hier in das Epithel eintretenden Nerven jedoch nicht gesehen wurde.

Alle diese Angaben führen offenbar nach Einem Endziele, doch sind immerhin noch nicht alle Puncte im Reinen. Wie die Sachen liegen, ist ein Durchtreten der Acusticusfasern durch das Epithel und eine Endigung mit den sogenannten Hörhaaren, besser Hörfäden, *Fila acustica*, sicher, dagegen nicht ganz ausgemacht, ob zwischen Nerv und Hörhaar eine Zelle liegt, zu welcher Auffassung die Beobachtungen von *Reich* und *Hasse* leiten, oder ob die Nervenenden unmittelbar in die Hörhaare sich fortsetzen, wie *Fr. E. Schulze* diess von *Gobius* abbildet. Die Untersuchungen von *M. Schultze*, *mir* und *Odenius* sprechen weder nach der einen noch nach der andern Seite ganz bestimmt und halte ich es für besser, für einmal keine entscheidende Stimme abzugeben; immerhin will ich bemerken, dass was wir von der Schnecke der Säuger wissen, für das Vorkommen wirklicher Hörzellen spricht und dass mir auch die zahlreichen Untersuchungen *Hasse*'s keinen andern Schluss zuzulassen scheinen.

§. 227.

Schnecke. Der von der Perilymphe erfüllte Raum der knöchernen Schnecke enthält ausser den zwei bekannten Treppen noch einen mittleren engeren Raum, den eigentlichen Schneckencanal, *Canalis cochlearis* von *Reissner*, welcher zwischen der *Lamina spiralis membranacea* oder der *Membrana basilaris* (*Claudius*) und einer besondern, auf der Seite der *Scala vestibuli* befindlichen, von *Reissner* zuerst gesehenen Haut, die die *Reissner*'sche Haut heissen soll, seine Lage hat. Dieser *Canalis cochlearis*, welcher der wesentlichste Theil der Schnecke ist und in der an die *Scala tympani* angrenzenden Wand die Nervenendigungen trägt, endet wie *Hensen* zuerst gesehen und *Reichert* bestätigt hat, an beiden Enden blind. Das Anfangsende oder der Vorhofsblindsack (*Reichert*) liegt im Bereiche des Vorhofes und steht durch einen dicht vor dem blinden Ende aus seiner vestibulären Wand (der *Reissner*'schen Membran) nach oben sich entwickelnden Canal, dem *Canalis reuniens* (*Hensen*) von 0.7 mm Länge und entleert 0,22 mm Weite, mit dem *Sacculus rotundus* in offenbarer Verbindung (*Hensen*). Das andere Ende oder der Kuppelblindsack des *Canalis cochlearis* liegt in der letzten halben Windung der Schnecke und füllt mit seinem Schlussstücke den Endraum dieser Windung vollkommen aus (*Reichert*). Die *Scala vestibuli* und *tympani* sind, abgesehen von den Theilen, die an die Wände des *Canalis cochlearis* grenzen, von einem hie und da leicht gefärbten Perioste ausgekleidet, das ganz dem des Vorhofes gleichgebaut ist und auch die *Lamina spiralis ossea* überzieht, hier jedoch zum Theil eigenthümlich umgewandelt ist. Ein Epithel von zarten, platten, vieleckigen, 15—20 μ grossen, bei Thieren häufig bräunlich gefärbten Zellen bedeckt diese Beinhaut, fehlt jedoch, wie es scheint, beständig an der tympanalen Seite der *Lamina basilaris*.



Fig. 507.

Fig. 507. Senkrechter Durchschnitt durch die Schnecke eines ältern Kalbsembryo, deren Gehäuse mit Ausnahme einer kleinen knorpeligen Stelle schon verknöchert war, während die Spindel und Spirallamelle noch häutig waren. In allen Windungen ist der *Canalis cochlearis* sichtbar, dessen Höhe 0,56 mm, die Breite 0,59 mm betrug, wobei zu bemerken, dass die scheinbar grössere Breite desselben in der Kuppel daher rührt, dass der Schnitt hier seitlich neben dem Spindelblatte vorbeiging. Im *Canalis cochlearis* sind die *Habenula sulcata* und die zwei Epithelialwülste auf der *Membrana basilaris* sichtbar. Vergr 6 mal. Breite der Schnecke an der Basis 8,26 mm, Höhe derselben 4,95 mm.

Bezüglich auf die **Anordnung der Theile im Allgemeinen** verweise ich nun zunächst auf Figuren 507 und 508. Dieselben zeigen erstens die eigenthümliche Gestalt der drei Canäle in der Schnecke, so wie dass der früher nicht bekannte Schneckencanal einen Theil des Raumes einnimmt, der der *Scala vestibuli* zugeschrieben wurde. Der verwickeltste Theil des Ganzen ist die z. Th. knöcherne, z. Th. häutige Scheidewand, welche die *Scala tympani* von der *Scala vestibuli* trennt. Früher als

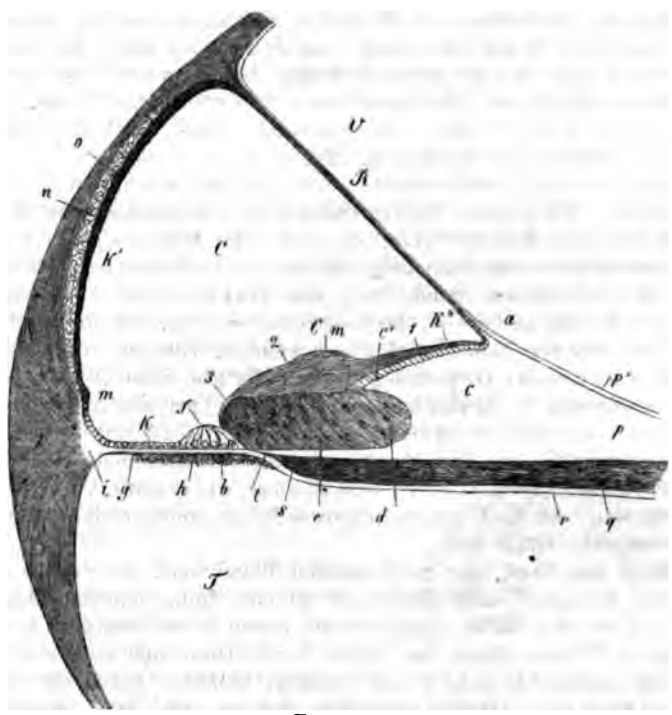


Fig. 508.

Fig. 508. *Canalis cochlearis* mit den angrenzenden Theilen von der in Fig. 507 dargestellten Schnecke, 100 mal vergr. *C. Canalis cochlearis* (embryonaler Schneckencanal), *V. Scala vestibuli*, *T. Scala tympani*, *R. Reissner*'sche Haut, *a.* Anfang derselben an einem Vorsprunge der *Habenula sulcata* oder das *Labium superius sulci spiralis c*, *b.* Bindesubstanzschicht mit dem *Vas spirale internum* unten an der *Membrana basilaris*, *c'. Crista acustica* mit den Gehörzähnen, *d. Sulcus spiralis* mit dickem Epithel, das bis zum *Corti*'schen, hier noch nicht ausgebildeten Organe *f* sich erstreckt, *e. Habenula perforata* oder *Labium inferius sulci spiralis*, *Cm. Corti*'sche Haut. 1. Innerer dünnerer Theil derselben, 2. dicker mittlerer Theil, 3. dünnes vorderes Ende, *g. Zona pectinata*, *h. Habenula tecta* (*Habenula arcuata Deiters*), *k.* Epithel der *Zona pectinata*, *k'.* der äussern Wand des *Canalis cochlearis*, *k''.* der *Habenula sulcata*, zum Theil in den Furchen derselben gelegen und auf die *Reissner*'sche Haut übergehend, *l. Lig. spirale*, *i.* heller Verbindungstheil desselben mit der *Zona pectinata*, *m.* Vorsprung des *Lig. spirale* nach innen, *n.* knorpelartige Platte, *o. Stria vascularis*, *p.* Periost der *Lamina spiralis*, später in der Tiefe verknöchernd, *p'.* helle äusserste Schicht derselben auf die *Reissner*'sche Haut und das Periost der *Scala vestibuli* übergehend. (Ein Epithel auf der Seite der *Scala vestibuli* wurde in diesem Falle nicht gesehen.) *q.* Ein Bündel des Schneckennerven, *s.* Stelle, wo die dunkelrandigen Fasern aufhören, *t.* blasse Fortsetzungen derselben in den Canälen der *Habenula perforata*, *r.* Periost der *Lamina spiralis* auf der Seite der *Scala tympani*, in einen Theil der tympanalen Wand des *Canalis cochlearis* sich fortsetzend.

man die vestibuläre Wand des *Canalis cochlearis* nicht trennte, bezeichnete man dieses *Septum* als *Lamina spiralis* und unterschied an derselben einen knöchernen und einen häutigen Theil (*Zona ossea* und *Zona membranacea laminae spiralis*). Jetzt wo der eigentliche Schneckencanal bekannt geworden ist und als wesentlichster Theil der Schnecke sich herausgestellt hat, ist diese Eintheilung nicht mehr möglich, um so mehr als die Verknöcherung in den verschiedenen Theilen der Schnecke verschieden weit, z. Th. bis in den Bereich des *Canalis cochlearis* sich erstreckt und erscheint es zweckmässiger, den Schneckencanal für sich zu betrachten und die einfache Scheidewand zwischen beiden Treppen als *Lamina spiralis* zu bezeichnen. An dem Schneckencanal unterscheide ich die tympanale Wand (*Lamina spiralis membranacea Corti*), die vestibuläre Wand oder die *Membrana Reissneri* (*mihi*) und die äussere dem Knochen anliegende Wand. Die tympanale Wand zeigt als Fortsetzung der *Lamina spiralis* zunächst eine Verdickung, den *Limbus laminae spiralis* (*Henle*) (*c*, *c'*, *r*, *e*), der wesentlich der vestibulären Seite angehört und mit zwei eine Furche (*d*), den *Sulcus spiralis* (*Huschke*), begrenzenden Lippen ausgeht, von denen die eine (*c*), das *Labium vestibulare* (*Huschke*) oder die *Habenula sulcata* (*Corti*), mit einem scharfen in einzelne zahnartige Gebilde, die Gehörzähne (Zähne der ersten Reihe, *Corti*) gespaltenen Rande (*c'*), der Gehörleiste, *Crista acustica* (*Huschke*) endet, die andere (*e*), das *Labium tympanicum* (*Huschke*) oder die *Habenula perforata* (*mihi*), nach einem weiteren Verlaufe, da wo das gleich zu beschreibende *Corti*'sche Organ beginnt und die Enden des *Nervus cochleae* in den *Canalis cochlearis* treten (*t*), in den äusseren dünneren Theil der tympanalen Wand des Schneckencanales oder die *M. basilaris* (*Claudius*) (*b*, *g*) sich fortsetzt, welche in gleichmässiger Dicke bis zur äusseren Wand des Schneckencanals sich fortsetzt und dort mit einer starken Fasermasse (*l*), dem *Ligamentum spirale* (*mihi*) zusammenhängt, die einerseits der *Scala tympani* zugewendet ist, andererseits die äussere Wand des Schneckencanales bilden hilft.

Es erübrigt nun noch, der zwei anderen Wandungen des *Canalis cochlearis* zu gedenken. Die *Reissner*'sche Haut (*R*) ist eine dünne bindegewebige Membran, die am innern Ende des *Labium vestibulare* des *Sulcus spiralis* beginnt, an einer Stelle, die bei manchen Thieren durch eine kleine Leiste bezeichnet ist. Von da geht die Membran straff gespannt in mehr weniger schiefer Richtung gegen die äussere Wand der Schnecke, um mit dem Perioste derselben sich zu verbinden. Die äussere Wand des Schneckencanales endlich wird einfach von dem Perioste der betreffenden Stelle der Schnecke gebildet, zeigt jedoch einige Eigenthümlichkeiten, und zwar 1) einen leistenartigen Vorsprung (*m*), ungefähr in der Höhe der *Habenula sulcata*, 2) eine knorpelartige Platte (*n*) höher oben, und 3) einen gefässreichen Streifen, *Stria vascularis* (*o*) nach innen davon.

Das ganze Innere des Schneckencanales ist von einem Epithel ausgekleidet, welches im allgemeinen ein einfaches Pflasterepithel ist, an der Stelle der Nervenausbreitung dagegen eine ganz eigenthümliche Entwickelung zeigt, die als *Papilla spiralis* (*Huschke*) oder *Corti*'sches Organ bezeichnet werden kann (Fig. 512). Hier finden sich dicht nach aussen an dem *Labium tympanicum* des *Sulcus spiralis* eigenthümlich gestaltete Epithelzellen von äusserst zierlicher Anordnung und zwar 1) die inneren und äusseren *Corti*'schen Zellen oder Fasern (*a e*), die zusammen einen fast durch den ganzen Schneckencanal sich erstreckenden Steg, die *Corti*'schen Bögen, bilden, 2) die Haarzellen, von denen eine Reihe auf den innern *Corti*'schen Fasern, drei andere Reihen (*iii*) über und nach aussen an den äusseren *Corti*'schen Fasern ihre Lage haben, 3) endlich drei Reihen Spindelzellen, die *Deiters*'schen Zellen (*ll*), nach aussen von den obengenannten. Hierzu kommt endlich noch eine dem Epithel aufliegende *Cuticula*, die *Corti*'sche Membran (Fig. 508 *Cm*) welche dem *Labium vestibulare* des *Sulcus spiralis* und dem Epithel im *Sulcus* selbst bis zur Höhe der *Corti*'schen Bögen aufliegt und vielleicht mit einer

veiten den äusseren Theil der *Papilla spiralis* deckenden Membran, der Lamina ticularis mihi (Fig. 512 *k*) unmittelbar zusammenhängt.

Nach dieser allgemeinen Schilderung folgt nun die besondere Beschreibung der in stiologischer Beziehung wichtigen Theile der Schnecke, vor Allem des Schneckenanales.

Die Lamina spiralis mihi fällt so ziemlich mit der *Zona ossea laminae spiralis* r Früheren zusammen und stellt die Scheidewand der beiden Treppen nach innen vom *analis cochlearis* dar. Dieselbe besteht aus zwei Beinhautlagen und aus dem knöernen Spiralblatte (*Lamina spiralis ossea*), welches jedoch in der ersten und veiten Windung der Schnecke auch noch in die tympanale Wand des *Canalis cochlearis* ndringt. Diese *Lamina spiralis ossea* wird von zwei dünnen Knochenlamellen und nem zwischen denselben befindlichen schwammigen Gewebe gebildet, in dem die Ausreitung der Schneckennerven enthalten ist. Ein grösserer canalartiger Raum an der renze der Spindel (*Modiolus*) und der Spirallamelle, der (*Canalis spiralis modioli* Rosenthal) enthält das *Ganglion spirale* des Nerven. Die Breite der *L. spiralis ossea* t bei Thieren (Hund, Katze) nach Corti in der ersten Windung 1,5—1,8 mm, am eginne des *Hamulus* mit dem sie endet nur noch 0,45 mm, die Dicke 0,45 mm an hrem Abgange vom *Modiolus*, am freien Rande 13—15 μ. Beim Menschen gibt Henle die Breite an denselben Stellen zu 1,2 mm und 0,5 mm an, die Dicke beträgt ach ihm unten in der Schnecke 0,3 mm, oben 0,15 mm. Die Länge der ganzen Lamelle ist nach Corti bei Thieren 21,37—23,60 mm.

Der Schneckencanal liegt in dem äusseren Theile des Raumes der knöchernen Schnecke an der Aussenwand derselben und trennt hier, wenn man will, die *Scala tympani* und *vestibuli*, doch ist seine Lage so, dass er mehr dem Bereiche der *Scala vestibuli* angehört, indem seine tympanale Wand oder die *Lam. spiralis membranacea* (Corti) in Einer Ebene mit der *Lamina spiralis ossea* liegt. Die Weite dieses Canales ist in allen Windungen der Schnecke, abgesehen von seinem Anfange und Ende (Reichert), ungefähr dieselbe (ich, Reichert) und betrug in der in Fig. 507 dargestellten Schnecke eines Kalbsembryo die Breite an der tympanalen Wand gemessen 0,59 mm, die grösste Höhe 0,56 mm. Für ersteres Maass hat Corti für Hunde und Katzen in allen Windungen 0,45 mm. Im Einklange hiermit ist die Abbildung eines Durchschnittes der menschlichen Schnecke bei Henle (Fig. 595, *B*), wogegen die Angaben von Hensen und Henle über die Breite der *Membrana basilaris*, d. h. des äusseren Theiles der tympanalen Wand einen schwer zu lösenden Widerspruch bilden (siehe unten).

Die tympanale Wand des *Canalis cochlearis* zeigt an ihrem inneren Theile oder dem *Limbus laminae spiralis* (Henle) als auffallendsten Theil das Labium vestibulare oder die Habenula sulcata von Corti. Dieselbe ist ein verhältnissmässig mächtiger Vorsprung, der schon im Bereiche der *Scala vestibuli* als unmittelbare Fortsetzung des Periosts der *Lamina spiralis ossea* sich entwickelt, und vom Anfange bis zum Ende des Schneckencanales an Breite und Dicke abnimmt. Die untere Fläche dieser *Habenula sulcata* liegt in der ersten und zweiten Windung der Schnecke an der Stelle des Periosts dem äussersten Theile der *Lamina spiralis ossea* auf, ist dagegen in der letzten halben Windung nur von der Nervenausbreitung begrenzt, so dass diese *Habenula sulcata* im strengen Sinne des Wortes eigentlich nur hier einen Theil der gewöhnlich sogenannten häutigen Spirallamelle bildet. An der obern Fläche dieser, wie ich finde, aus einem derben in seiner Härte dem Knorpelgewebe gleichenden, mehr gleichartigen und nur da und dort streifigen Bindegewebe mit sternförmigen Bindegewebskörperchen und einzelnen Capillaren bestehenden Lage zeigt sich am äussern Rande eine ununterbrochene Reihe von am Ende etwas verbreiterten, hellen, eigenthümlich glänzenden länglichen Vorsprüngen (Fig. 508, *c'*, 509, *g*), die sogenannten Gehörzähne von Huschke (Zähne der ersten Reihe, Corti), die nach

Corti in der ersten Schneckenwindung 45 μ Länge, 9—11 μ Breite und 6,7 μ Dicke am Anfange besitzen, in der letzten Windung dagegen nur noch 33 μ Länge und 6,7 μ Breite zeigen. Beim Menschen gibt *Henle* die Länge auf 30 μ, die Breite auf 12 μ an. Dieselben springen mit ihrer einen Seite gegen den *Canalis cochlearis* vor und überwölben mit ihren Spitzen, welchen ein Theil der *Corti*'schen Haut aufliegt, den Anfang der *Habenula perforata*, so dass mithin zwischen beiden eine nach aussen in den *Canalis cochlearis* sich öffnende ziemlich tiefe Furche, der *Sulcus spiralis*, von 68—90—110 μ Höhe beim Ochsen und Schweine offen bleibt (Fig. 508, *d*). Nach der Axe der Schnecke oder der Spindel zu setzen sich die genannten Zähne unmittelbar in ähnlich beschaffene längliche Wülste oder Rippen (Fig. 509, *aa*) fort, die hie und da zu zweien zusammenfliessen oder in zwei sich trennen, und noch weiter nach

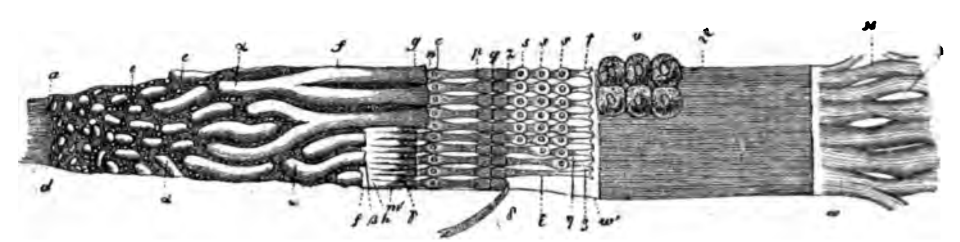


Fig. 509.

innen in immer kürzere und kleinere, anfangs längliche und dann runde Stücke zerfallen. In den zwischen diesen Rippen und Höckern und den Zähnen vorhandenen Längs- und Querfurchen befinden sich meist in einfacher Reihe rundliche oder längliche, dunkle, glänzende Körperchen (*e*) von 3,3—4,5 μ Grösse, die bei Essigsäurezusatz Kerne zeigen, und an Chromsäurestücken oft bestimmt als kleine Zellen sich ergeben. Durch Essigsäure werden auch hie und da kernhaltige kleine Zellen in den erblassenden und etwas aufquellenden Zähnen und Rippen deutlich. Rippen und Höcker der *Habenula sulcata* enden gegen den *Modiolus* zu alle in einer Linie (Fig. 509, *a*), und hier ist die Stelle, von der die *Reissner*'sche Haut sich erhebt, welche meist auch durch eine vorspringende Ecke der *Habenula sulcata* bezeichnet wird. Die Bedeutung der Gehörzähne und der andern Hervorragungen auf der *Habenula sulcata* anlangend, so nimmt *Hensen* gestützt auf embryologische Untersuchungen an, dass dieselben umgewandelte Epithelzellen seien. Sicher ist, dass bei Embryonen hier ein deutliches zusammenhängendes Epithel sich findet (Figg. 508, 510) und dass

Fig. 509. Vorhoffläche der *Lamina spiralis membranacea*, 225 mal vergr. Nach *Corti*. Die Zeichnung ist, was das *Corti*'sche Organ anlangt, mangelhaft, sonst richtig und kann auch zur Verdeutlichung der *Corti*'schen Namen dienen. *a*. Periost der *Zona spiralis ossea*, *d-w*. *Lam. spir. membranacea*, *d-w'*. *Zona denticulata*, *d-d'-f*. *Habenula sulcata*. *d*. Stelle, wo das Periost sich verdickt, *e*. Körner in den Furchen der *Habenula sulcata* *f-g*. Zähne der ersten Reihe, *g-f-h*. *Sulcus s. Semicanalis spiralis*, *h*. untere Wand desselben. *h-w'*. *Habenula denticulata*, *h-m*. scheinbare Zähne, *n-t*. Zähne der zweiten Reihe, *n-p*. hinteres Glied derselben, *o*. Anschwellung mit Kern daran, *p-q*. u. *q-r*. Gelenkstücke, *r-t*. vorderes Glied der zweiten Reihe, *sss*. drei Cylinderzellen, die darauf sitzen, *u*. Epithelzellen unter der *Corti*'schen Membran, *w'-w*. *Zona pectinata*, *aa*. Rippenartige Erhebungen der *Habenula sulcata*, *β*. Stelle, wo ein Zahn der ersten Reihe seinen Anfang nahm, *γ*. Löcher zwischen den scheinbaren Zähnen, *δ*. zurückgeschlagenes vorderes Stück eines Zahnes der zweiten Reihe, *ε*. ein solcher *in situ* ohne seine Epithelialzellen, *ζ*. ein solcher mit der untersten Epithelzelle, *η*. ein eben solcher mit den zwei untersten Zellen, *ϑ*. Streifen oder leichte Hervorragungen der *Zona pectinata*, *x*. Periost, das die *Lamina spiralis* befestigt, mit Lücken *λ*. zwischen den Bündeln.

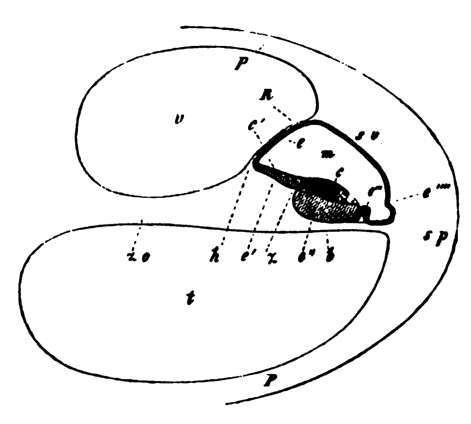


Fig. 510.

beim Erwachsenen ein solches nicht mehr wahrzunehmen ist, sondern nur die kleinen runden vorhin erwähnten Elemente. Ich bin daher nicht abgeneigt *Hensen* beizustimmen, nur macht mich der Umstand etwas zweifelhaft, dass ich an der *Habenula sulcata* keine Spur einer Abgrenzung der oberflächlichen Lage gegen das unterliegende Bindegewebe finde.

Das *Labium tympanicum* des *Limbus laminae spiralis membranaceae* (Fig. 511, *e*, *n*) besteht aus zwei Blättern, welche die Ausbreitung des *Nervus cochleae* zwischen sich fassen und in der ersten Schneckenwindung in ihrem an den Nerven angrenzenden Theile knöchern sind, d. h. den Rand der *Lamina spiralis ossea* enthalten. Gegen den *Modiolus* zu geht das obere Blatt *e* oder meine *Habenula perforata* im

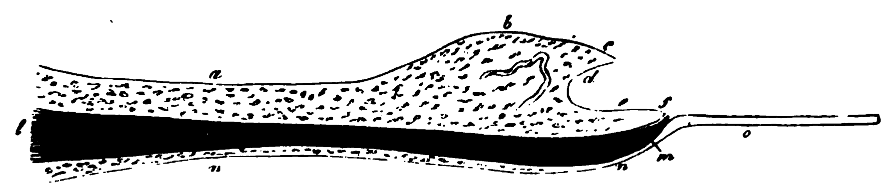


Fig. 511.

Sulcus spiralis ohne Grenze in das *Labium vestibulare* (*b*, *c*) über, während das untere Blatt *n* einfach in das Periost der *Lamina spiralis* sich fortsetzt. Am andern

Fig. 510. Querschnitt der ersten Windung der Schnecke (ohne knorpelige Umhüllung) von einem 17,5 μ langen Kalbsembryo, vergr. dargestellt. *t. Scala tympani*, *v. Scala vestibuli*, *m. Canalis cochlearis*, *zo.* später verknöchernder Theil der *Lamina spiralis*, *h.* Vorsprung der *Habenula sulcata*, von wo die von mir sogenannte *Reissner*'sche Membran *R* oder die obere Deckmembran des *Canalis cochlearis* entspringt, *z.* Zähne der ersten Reihe, *b. Membrana basilaris*, *sp. Ligamentum spirale*, *pp.* inneres Periost der Schnecke, *sv.* Gegend der *Stria vascularis*, an der äusseren Wand des Schneckencanals, *e*—*e'''''*. Epithel des Schneckencanals, *e.* Epithel der *Reissner*'schen Membran, *e'.* Epithel der *Habenula sulcata Corti*, *e''.* sehr dickes Epithel im *Sulcus spiralis* und auf der *Habenula perforata mihi*, *cc'. Corti*'sche Membran, die auf *e'.* und *e''.* aufliegt, *e'''.* Duplicatur des Epithels, die wesentlich zu den *Corti*'schen Fasern sich umzuwandeln scheint, *e''''.* Vorsprung des *Ligamentum spirale* unterhalb der *Stria vascularis*, an den alle Autoren mit Ausnahme von *Reissner* die Deckmembran des *Canalis cochlearis* sich ansetzen lassen.

Fig. 511. Senkrechter Schnitt durch einen Theil der *Lamina spiralis* aus der zweiten Schneckenwindung des Ochsen nach Behandlung mit verdünnter Salzsäure. Vergr. 180. *a.* Periost und erweichte Knochenlage der Vestibularfläche der *Zona ossea*, *b. Habenula sulcata Corti* mit einer Capillarschlinge, *c.* Zähne der ersten Reihe, *d. Sulcus spiralis*, *e. Habenula perforata mihi*, *f.* Löcher, durch welche die Nerven von der *Scala tympani* in die *Scala vestibuli* treten, *l.* Nerv innerhalb der *Zona ossea*, *m.* Ende seiner dunkelrandigen Fasern, *n* untere oder tympanale Periostlamelle, *o. Lamina spiralis membranacea*.

Ende vereinen sich beide Blätter und setzen sich in die *Membrana basilaris* (o) fort. Die Dicke dieses *Labium tympanicum* am dicksten Theile entspricht so ziemlich der Höhe des *Sulcus spiralis* und beträgt somit 70—90 μ, gegen die *Membrana basilaris* hin schärft sich dasselbe jedoch rasch auf 30 und 20 μ zu und was die Breite anlangt, so nimmt dieselbe im nämlichen Verhältnisse gegen die Kuppel der Schnecke hin zu, als die der *Habenula sulcata* sich verschmälert. Bezüglich auf den feineren Bau, so besteht dieselbe aus einer hellen gleichartigen Bindesubstanz mit spärlichen Bindegewebskörperchen, und was die gröberen Verhältnisse anlangt, so bietet dieselbe auf der Seite des *Canalis cochlearis* die sog. scheinbaren Zähne (*Dents apparents Corti*), als eine dichte Reihe länglicher Vorsprünge von 22 μ Länge, 4,5 μ Breite, die durch seichte Furchen von einander getrennt, am äussern Ende leicht sich erheben und dann plötzlich wieder abfallen. Diese Gebilde liegen in der ersten Schneckenwindung unter den Zähnen der ersten Reihe noch auf der *Zona ossea*, in der zweiten und dritten Windung dagegen weiter nach aussen als dieselben, so dass sie mit der untern Fläche nur an die Nerven angrenzen, und besitzen in der ganzen Schnecke zwischen ihren äussern Enden spalten- oder canalförmige Lücken von 2,2—1,5 μ Weite zum Durchtritte der Schneckennerven, welche Oeffnungen der Zahl nach spärlicher sind, als die innern *Corti*'schen Fasern.

Die aus der Vereinigung der beiden Blätter des *Labium tympanicum* des *Sulcus spiralis* hervorgegangene *Membrana basilaris* (*Claudius*) muss in einen inneren Theil, *Habenula tecta mihi* und in einen äusseren, die *Zona pectinata Todd-Bowman* zerfällt werden. Der erstere trägt sehr merkwürdige einem guten Theile nach von *Corti* entdeckte Gebilde, zwischen oder an denen höchst wahrscheinlich die Schneckennerven enden, welche in ihrer Gesammtheit einen stark vorspringenden spiralig durch den Schneckencanal verlaufenden Wulst bilden und als **Organ von** *Corti* (*ich*) oder ***Papilla spiralis*** (*Huschke*) **bezeichnet werden** können.

Von diesem »akustischen Endapparate« (*Henle*) bilden die von mir sogenannten *Corti*'schen Fasern (Zähne der zweiten Reihe, *Corti;* Stäbchen, *Claudius;* Bogenfasern, *Hensen;* Gehörstäbchen, *Henle*) wenn auch nicht den wichtigsten, doch gewiss den am meisten in die Augen springenden Theil (Fig. 512, *a e*). Diese stabartigen Gebilde, von denen meine embryologischen Untersuchungen mit grosser Wahrscheinlichkeit dargethan haben, dass sie nichts als umgewandelte Epithelzellen sind, beginnen in der Gegend der Löcher der *Habenula perforata* (*mihi*) und bilden in der ganzen Länge der *Lamina basilaris*, eines neben dem andern gelegen und mit ihren Enden an dieselbe befestigt, in ihrer Gesammtheit eine Art mit spaltenförmigen Lücken versehene Membran, welche, da sie in der Mitte gegen den Schneckencanal (*Can. cochlearis*) bogenförmig vorspringt, am besten mit einem breiten, aber kurzen Stege verglichen werden kann. Genauer bezeichnet bestehen diese *Corti*'schen Bögen (Figg. 509 und 512) aus zweierlei Arten von Stücken, den innern und äussern *Corti*'schen Fasern, welche, obschon in Manchem sehr mit einander übereinstimmend, doch in gewissen Beziehungen, und so namentlich in der Zahl, von einander abweichen, indem die innern Fasern zahlreicher sind, als die äussern, wie *Claudius* zuerst gezeigt hat, so dass beiläufig auf drei innere nur zwei äussere Fasern kommen. Die innern Fasern (Figg. 512, *a*, 513, *c*), die wie *Deiters* mit Recht angibt leicht abgeplattet und weniger biegsam sind, als die äussern Fasern, beginnen alle ganz regelmässig in Einer Linie unmittelbar nach aussen von den Löchern der *Habenula perforata* (Fig. 509), und zwar mit einer leichten der *Membrana basilaris* ansitzenden Verbreiterung (Figg. 512, 513 *b*), an deren einer Seite ein Kern anliegt, der wie durch ein zartes Häutchen an die Faser geheftet ist und den ich als wesentlichen Bestandtheil der Fasern mit andern Worten als Zellenkörper derselben ansehen zu müssen glaube. Hierauf verschmälern sich die Fasern etwas, so dass ihre Breite im allgemeinen auf

3,3—4,5 μ angegeben werden kann, und verlaufen sanft ansteigend eine neben der andern, jedoch durch enge spaltenförmige Zwischenräume von einander getrennt, nach

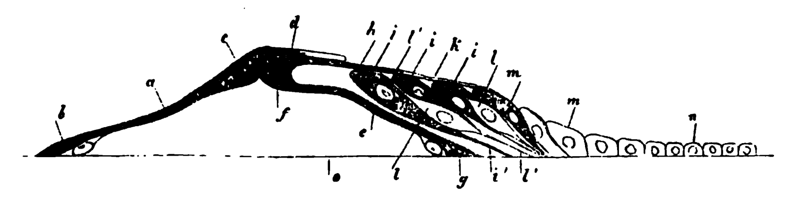


Fig. 512.

aussen, um schliesslich mit verbreiterten (von 5,4 μ), dicht beisammenliegenden, höher als die übrigen Theile dieser Fasern gelegenen Enden (c) auszugehen, welche, wie ich gegen *Corti* zeigte, von diesem Forscher fälschlich als besondere Stücke (*Coins articulaires internes*) bezeichnet wurden. In Aushöhlungen dieser sogenannten Gelenkenden passen nun ähnliche Verbreiterungen oder Gelenkenden (*Coins articulaires externes Corti*) von 7,8 μ der minder zahlreichen und ziemlich drehrunden äussern *Corti*'schen Fasern. Diese wenden sich umgekehrt wieder gegen die *Membrana basilaris* zu, verschmälern sich in der Mitte und setzen sich zuletzt mit einem wieder verbreiterten dreieckigen Ende, an dessen unterer Seite ich ebenfalls eine kernhaltige Anschwellung finde, an die *Membrana basilaris* an, so jedoch, dass

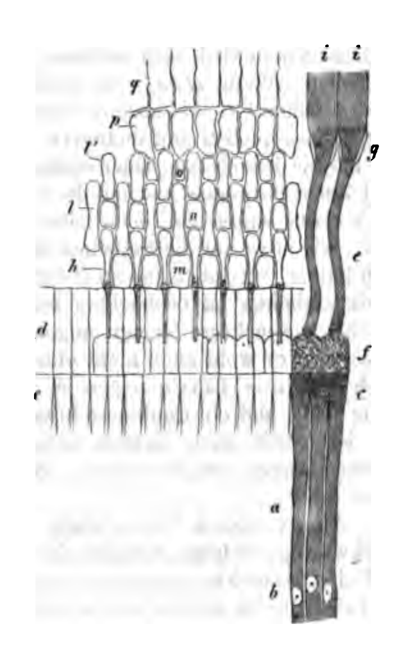


Fig. 513.

Fig. 512. Ansicht des *Corti*'schen Organes von der Seite aus verschiedenen Beobachtungen zusammengestellt, 540 mal vergr. *a.* Innere *Corti*'sche Faser, *b.* Anfang derselben mit einem Kerne an der einen Seite, der wie durch eine zarte Hülle an die Faser befestigt ist, *c.* Gelenktheil der Faser, *d.* helle Anhangsplatte, deren Verbindung mit den andern solchen Platten den Anfang der *Lamina reticularis* bildet, *e.* äussere *Corti*'sche Faser, *f.* Gelenkstück derselben, *g.* Ende an der *M. basilaris* (*o*) mit einem Kerne an der einen Seite, *h.* Stäbe an den äussern *Corti*'schen Fasern, der *Lam. reticularis* angehörend, *k.* der vordere Theil dieser Haut in der Seitenansicht, *iii. Corti*'sche Zellen (Haarzellen) mit (*i'*) den fadenförmigen Ausläufern derselben, die an die *M. basilaris* gehen, *l. Deiters*'sche Zellen, nicht schattirt, um dieselben deutlicher zu machen, *l'l'.* untere und obere Ausläufer derselben, *mm.* grosse Epithelzellen nach aussen vom *Corti*'schen Organe, *n.* kleine Epithelzellen, beide auf der *Zona pectinata.*

Fig. 513. *Corti*'sches Organ und *Lamina reticularis cochleae* von oben, 540mal vergr., vom Ochsen. Buchstaben *a* — *h* wie in Fig. 512. *i.* Scheinbare Fortsetzung der Enden der *Corti*'schen Fasern in die Streifen der *Zona pectinata*, *l.* innere Zwischenglieder, *l'.* äussere Zwischenglieder, *m, n, o.* erste, zweite und dritte Reihe von Löchern, *p.* rechteckige Endglieder der *Lamina*, *q.* Fortsetzungen dieser in Form von Fasern auf die grossen Epithelzellen aussen am *Corti*'schen Organe.

sie immer leicht von derselben sich trennen und nichts weniger als innig mit ihr verschmelzen. Die Länge der *Corti*'schen Fasern beträgt nach *Corti* bei Thieren für die inneren 30 μ in der 1. und 2. Windung, 34 μ in der 3. Windung der Schnecke, für die äusseren 45—49 μ, 54—58 μ, und 69 μ in den drei Windungen. *Hensen* sah in der Basis der Schnecke beide Fasern 48 μ lang, am *Hamulus* die innere 55 μ, die äusseren 98 μ. Die Spannweite des Bogens den die Fasern bilden, beträgt nach demselben Forscher in der Basis der Schnecke 19 μ, am *Hamulus* 85 μ. Ich habe von einer so steilen Stellung, wie sie nach der ersten Zahl an der Basis sich finden müsste, nie etwas gesehen, und bemerke daher noch, dass *Henle* für die Spannweite im Mittel in allen Theilen der Schnecke 0,1 mm angibt. In diesem Falle müssten, da die *Corti*schen Fasern, wie auch *Hensen* und nicht blos *Corti*, der die Bogenstellung derselben nicht kannte, angibt, in der Kuppel der Schnecke länger sind, dieselben gerade in den oberen Windungen steiler stehen. — Die sonstige Beschaffenheit der *Corti*schen Fasern anlangend, so haben dieselben in chemischer Beziehung nicht die geringste Aehnlichkeit mit der *Membrana basilaris*, mit der sie von *Corti* und einigen Neuern zusammengestellt worden sind, und sind gerade umgekehrt eher zarte und leicht zerstörbare Gebilde, indem sie in verdünntem kaustischem Natron und Kali augenblicklich sich auflösen und ebenso auch in mässig verdünnter Salzsäure vergehen (Wenn *Henle* sie in Salzsäure erhalten sah, so war die Säure unzweifelhaft stark verdünnt.). Essigsäure mässig stark angewandt, macht dieselben beim Ochsen sogleich aufquellen und im Innern krümlig, dann rasch vergehen, ebenso bei der Katze, bei der sie jedoch langsamer einwirkt. Alkohol, Aether, Chromsäure, gesättigte Salz- und Zuckerlösungen machen die *Corti*'schen Fasern schrumpfen, Wasser nach und nach etwas aufquellen, doch haben diese Stoffe allerdings keinen so schädlichen Einfluss, wie etwa auf die Stäbchen der *Retina*, und können die Fasern in ihnen lange sich halten, was übrigens an geeigneten Chromsäurestücken selbst bei den so zarten Retinastäbchen zu beobachten ist und keinen Beweis grosser Widerstandsfähigkeit abgibt, wie mehrere Neuere angenommen haben. Für die Deutung der *Corti*'schen Fasern ist es wohl auch nicht ohne Belang, dass die äussern Fasern unter Umständen auch Varicositäten zeigen (s. meine Mikr. Anat. II. 2. Fig. 435, 3), so dass eine zarte Hülle und ein dunklerer Inhalt an ihnen zu unterscheiden ist, eine Thatsache, die ich auch nach meinen neuern Erfahrungen, den negativen Ergebnissen der Beobachtungen von *Schultze*, *Böttcher* und *Deiters* gegenüber, aufrecht halten muss.

Ausser diesen *Corti*'schen Fasern zeigt das *Corti*'sche Organ noch andere merkwürdige Gebilde, nämlich die Haarzellen *mihi*, die *Deiters*'schen Zellen, und eine besondere von mir aufgefundene zarte Deckplatte (siehe Mikr. Anat. II. 2 S. 756), die ich die *Lamina reticularis cochleae* nannte. Diese letztere, oder die *Lamina velamentosa* von *Deiters* ist, obschon sie fast aus jeder Schnecke, wenn auch oft nur in Bruchstücken zur Anschauung kommt, einer der schwierigsten Theile des Organes, wenn es sich darum handelt, ihre Verhältnisse genau zu ermitteln. In den Fällen, in denen mir dieselbe, wie es schien, gut erhalten zu Gesicht kam, hatte sie die in der Fig. 513 dargestellte Zusammensetzung und zeigte folgende Theile: 1) eine kürzere helle Platte (*d*) mit zart begrenzten Abtheilungen, deren Zahl derjenigen der innern *Corti*'schen Fasern entspricht. Diese Platte sitzt an der Grenzstelle der innern und äussern *Corti*'schen Fasern, hängt mit den erstern innig zusammen und besteht in der That aus nichts anderem, als aus einer Vereinigung von besondern Anhängen der innern Fasern (Fig. 512, *d*), die ich die Platten derselben nenne; 2) eine netzförmige Lamelle im engern Sinne, bestehend: *a* aus längeren geraden, leicht angeschwollen endenden Stäben (Fig. 513 *h*), deren Zahl derjenigen der äussern *Corti*'schen Fasern entspricht und die mit den Gelenkenden derselben in einer noch nicht genau ermittelten Weise zusammenhängen (s. auch *Fig.* 512, *k*), nach *Deiters* in der Art, dass sie wie in einer Vertiefung der vordern

obern Kante derselben liegen. Diese Stäbe, die dicht unter der hellen Platte liegen und vielleicht im Leben mit ihr zusammenhängen, zeigen in der Gegend des Randes der Platte eine leichte, manchmal körnige Anschwellung, und laufen vorn in ein knopfartig verbreitertes Ende aus. Hierauf folgen *b*) kleinere zwischen den vorderen Enden der Stäbe gelegene Stücke, von der Form einer Sanduhr (*l*), die ich innere Zwischenglieder nenne (*Phalangen* I. Reihe, *Deiters*) dann *c*) mehr doppelkegelartig oder auch sanduhrförmig gestaltete äussere Zwischenglieder (*l'*) zwischenden Enden der innern Glieder (*Phalangen* II. Reihe, *Deiters*); endlich *d*) eine Reihe von Endgliedern (die Schlussrahmen, *Deiters*), die in manchen Fällen so erschienen, wie in Fig. 349 der 3. Aufl. dieses Werkes, in andern als rechteckige, dicht aneinander liegende Stücke sich zeigten, wie in Fig. 514, *p*. In beiden Fällen sassen an diesen Stücken fadenförmige oder haarförmige Anhänge (*q*). Zwischen allen diesen Stücken, die manchmal wie alle untereinander zusammenzuhängen und eine einzige Platte zu bilden scheinen, andere Male aber auch von einander gelöst vorkommen, befinden sich drei Reihen von Löchern (Ringe, *Böttcher;* Kreise, *Deiters*) in regelmässiger Stellung (*m*, *n*, *o*), die ich innere, mittlere und äussere Löcher der *Lam. reticularis* nenne. Ueber die Grösse dieser durchlöcherten Platte wird das am besten Aufschluss geben, dass die der *Membrana basilaris* ansitzenden Enden der äussern *Corti*'schen Fasern in Einer Linie mit der dritten Löcherreihe liegen, und was die sonstige Natur der ganzen *Lamina reticularis in toto* anlangt, so kann ich nur sagen, dass sie ziemlich die Beschaffenheit der *Corti*'schen Fasern zu haben scheint, nur dass an ihren einzelnen Theilen durchaus nichts von Kernen oder Varicositäten zu bemerken ist, wogegen Verbiegungen verschiedener Art oft zur Anschauung kommen, wie sie auch an den offenbar weichen *Corti*'schen Fasern nicht selten sind. Auffallend war mir in neuester Zeit, dass in den Platten und Stäben der *Lamina reticularis* in einzelnen Fällen ganz deutlich Vacuolen zu sehen waren, was auf eine zartere Beschaffenheit dieser Theile hinweist.

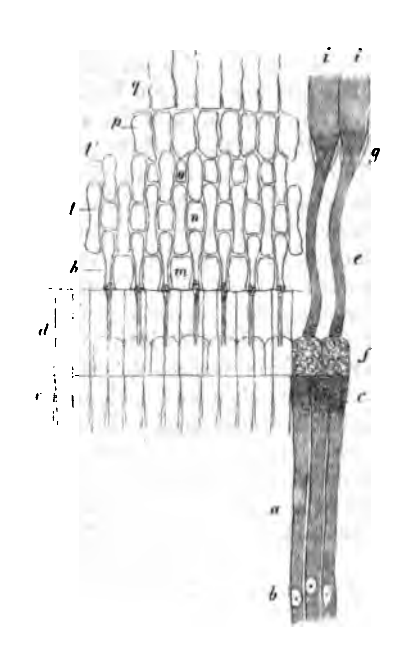


Fig. 514.

Die Haarzellen (die gestielten Zellen von *Corti:* Stachelzellen, *Leydig;* Stäbchenzellen, *Hensen:* innere und äussere Deckzellen, *Henle*) (Figg. 512, *iii*, 521) sind die zartesten und vergänglichsten Gebilde des *Corti*'schen Organs, was auch erklärt, dass nur wenige Beobachter dieselben einigermaassen richtig erkannt haben, unter welchen vor Allem *Deiters*, neulich auch *Hensen*, zu nennen sind. Dieselben zerfallen in äussere und innere. Die inneren Haarzellen (Fig. 521, *a*) sitzen auf den Enden der inneren *Corti*'schen Fasern dicht hinter den Gelenkstücken derselben, und grenzen rückwärts an das Epithel des *Sulcus spiralis*, das

Fig. 514. *Corti*'sches Organ und *Lamina reticularis cochleae* von oben, 540mal vergr., vom Ochsen. Buchstaben *a—h* wie in Fig. 512. *i*. Scheinbare Fortsetzung der Enden der *Corti*'schen Fasern in die Streifen der *Zona pectinata*, *l*. innere Zwischenglieder, *l'*. äussere Zwischenglieder, *m*, *n*, *o*. erste, zweite und dritte Reihe von Löchern, *p*. rechteckige Endglieder der *Lamina*, *q*. Fortsetzungen dieser in Form von Fasern auf die grossen Epithelzellen aussen am *Corti*'schen Organe.

sie immer
schmelz
innere
die än
in der
äus
den
ein
ni
i:

...zellen sitzen in drei Reihen.
...siehe Fig. 509 , sondern abwech-
...Membrana reticularis und erstrecken sich
...Fasern in schiefer Richtung von der
...an der *Lamina reticularis* haften diese
...gend der Löcher dieser Platte, ziehen
...schiede abwärts und setzen sich endlich in
...enseits der Anheftungsstellen der äussern
...an der *Membrana basilaris* ebenfalls in drei
...Reihen (*Deiters*). Alle diese Zellen sind fein-
...und so zart, dass sie fast nur an frischen
...Ende tragen alle Haarzellen ein Büschel
...einen convexen Bogen angeordnet sind und den
...*Vestibulum* zu entsprechen scheinen. — Die
...*Deiters* (*l*) sind spindelförmige kernhaltige
...annehmen, wie die Haarzellen, d. h. in drei
...den äusseren Haarzellen stehen, und an beiden
...auslaufen. Der eine Fortsatz haftet an der
...sogenannten *Phalangen* derselben und den End-
...dieser Zellen sind (*Hensen*), während der
...einer *Corti*'schen Zelle sich verbinden und
...die *Membrana basilaris* sich anheften soll.
...*Bowman* Fig. 509, *w'-w* ist der äussere den
...*basilaris*, der nach aussen an einem Vorsprung
...äussern Wand des Schneckencanales sich befestigt
...selbe ist ein vollkommen gleichartiges Blatt von
...Dicke 12 μ *Henle*; 2,2 nach *Corti*, was viel
...wenig ist, welches jedoch mit Ausnahme der Rän-
...in der Querrichtung des Schneckencanales an der
...dem *Canalis cochlearis* zugewendeten Seite fein und
...gerippt erscheint, und so ein faseriges Ansehen
...gewinnt, welches nach *Henle* in der That von be-
...sonderen Fasern herrührt. Nach aussen nimmt diese
...Zone, indem sie in einem schmalen Saume an der
...Seite des *Canalis cochlearis* wie mit Oeffnungen ver-
...sehen erscheint, welche jedoch nicht durchgehen
...Fig. 515), eine eigenthümliche, von der Schnecken-
...Knochenleiste, *Lamina spiralis accessoria*, *Huschke*,
...welche *Todd-Bowman* als *Musculus cochleae*
...nichts als Bindegewebe mit länglichen Bind-
...ich dieselbe als *Lig. spirale* bezeichnete.
...der *Membrana basilaris* ist der Bau der beiden andern
...Die *Reissner*'sche Haut besteht, abgesehen
...einen Lage einfacher Bindesubstanz d. h. dichten
...mit zahlreichen Capillaren, welche am Anfange
...der *Lamina spiralis ossea* sich erhebt und auf der
...der Schnecke übergeht, welches vom Ansatzpuncte
...zur *Membrana basilaris* die äussere Wand des
...dieser äussern Wand befindet sich dicht am Epithel
...welche dünne Lage, die *Stria vascularis* von *Corti*.

...mit dem angrenzenden durchlöcherten Theil der
...vom Kalbe.

und unmittelbar nach aussen davon eine aus hübschen, vieleckigen hellen Zellen bestehende Platte, die eine bedeutende Aehnlichkeit mit gewissen einfachsten Knorpelformen zeigt. Bei älteren Kalbsembryonen war die *Reissner*'sche Haut auf der Seite der *Scala vestibuli* von einer hellen gleichartigen Lage, ähnlich einer Basement membrane, bedeckt, die auch sonst in der *Scala vestibuli* sich fand und zur Bindesubstanz des Periostes zu gehören schien, während bei menschlichen Embryonen des fünften und sechsten Monates an dieser Stelle ein deutliches Epithel zur Beobachtung kam.

Nach Beschreibung der Wandungen des *Canalis cochlearis* ist nun noch des Epithels desselben zu gedenken, ein Punct, mit Bezug auf welchen die Beobachter noch keineswegs sich geeint haben, was leicht begreiflich ist, wenn man weiss, wie ungemein zart und hinfällig die fragliche Auskleidung ist. Ohne auf die früheren Angaben einzugehen, deren Werth zum Theil sehr zweifelhaft ist, da keiner der Untersucher der mikroskopischen Verhältnisse den wirklichen *Canalis cochlearis* kannte, bemerke ich gleich, dass Schnitte embryonaler Schnecken mit Bestimmtheit lehren, dass ursprünglich der ganze *Canalis cochlearis* von einem Epithel ausgekleidet ist (Fig. 516). Dieses Epithel ist an den meisten Stellen ein einfaches Pflasterepithel, zeigt jedoch an zwei Gegenden Besonderheiten, und zwar 1) im *Sulcus spiralis* und auf der *Habenula sulcata*, und 2) in der Gegend des spätern *Corti*'schen Organes. Am erstern Orte ist dasselbe von einer besonderen Cuticularbildung überdeckt, in der ich die bisher nach Lage und Bedeutung räthselhafte *Corti*'sche Membran (s. unten) erkannt habe, und ist im *Sulcus spiralis* dick und von langen cylindrischen Zellen gebildet, so dass es denselben im ganzen Bereiche der *Habenula perforata* bis zur Höhe der Zähne der *Habenula sulcata* erfüllt, während in der Gegend des *Corti*'schen Organes ein kleinerer Epithelialwulst sich findet, der in seiner Wölbung auffallend an die des *Corti*'schen Organes erinnert. Verfolgt man nun das Epithel weiter in seiner Entwickelung, so ergeben sich folgende Verhältnisse. 1) Der kleine Epithelialwulst auf der *Membrana basilaris* wird zum *Corti*'schen Organe (der *Papilla spiralis*) mit allen seinen Nebentheilen, und sind die *Corti*'schen Fasern, sowie die Haarzellen und *Deiters*'schen Zellen nichts als umgewandelte Epithelzellen und die *Lamina reticularis* eine

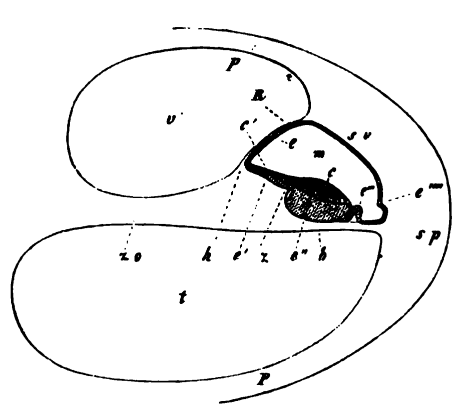


Fig. 516.

Fig. 516. Querschnitt der ersten Windung der Schnecke, ohne knorpelige Umhüllung von einem $6\frac{1}{2}''$ langen Kalbsembryo, vergr. dargestellt. *t. Scala tympani*, *v. Scala vestibuli*, *m. Canalis cochlearis*, *z o.* später verknöchernder Theil der *Lamina spiralis*, *h.* Vorsprung der *Habenula sulcata*, von wo die von mir sogenannte *Reissner*'sche Membran (*R*) oder die Begrenzungshaut des *Canalis cochlearis* entspringt, *z.* Zähne der ersten Reihe, *b. Membrana basilaris*, *s p. Ligamentum spirale*, *p p.* inneres Periost der Schnecke, *s v.* Gegend der *Stria vascularis*, an der äusseren Wand des Schneckencanales, *e-e''''*. Epithel des Schneckencanals, *e.* Epithel der *Reissner*'schen Membran, *e'.* Epithel der *Habenula sulcata Cortii*, *e''.* sehr dickes Epithel im *Sulcus spiralis* und auf der *Habenula perforata mihi*, *c c'.* *Corti*'sche Membran, die auf *e'* und *e''* aufliegt, *e'''.* Duplicatur des Epithels, die wesentlich zu den *Corti*'schen Fasern sich umzuwandeln scheint, *e''''*. Vorsprung des *Ligamentum spirale* unterhalb der *Stria vascularis*, an den alle Forscher, mit Ausnahme von *Reissner*, die Deckmembran des *Canalis cochlearis* sich ansetzen lassen.

... kann zwar nicht behaupten, die sehr schwie-
...enen Organes so Schritt für Schritt verfolgt
...rinn habe ich so viel gesehen, um mich für
... aufzustellen, und verweise ich nun zunächst
... Canalis cochlearis eines älteren Kalbsembryo.
... um diese Zeit aus einer einfachen Lage ziemlich

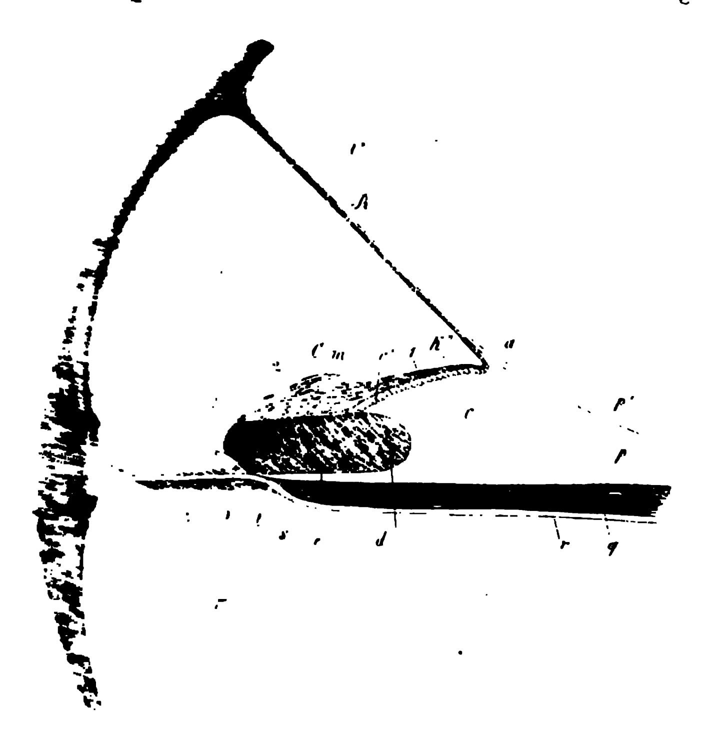


Fig. 517.

... mit den angrenzenden Theilen von der in Fig. 507 dar-
... vergr. *C. Canalis cochlearis* embryonaler Schneckencanal
... *R. Reissner*'sche Haut, *a.* Anfang derselben an einem
... oder das *Labium superius sulci spiralis e*, *b.* Bindesub-
... *internum* unten an der *Membrana basilaris*, *c'.* *Crista*
... *Sulcus spiralis* mit dickem Epithel, das bis zum *Cor-*
... gebildeten Organe *f* sich erstreckt, *e. Habenula perforata* oder
... *Cm. Corti*'sche Haut. 1. Innerer dünner Theil derselben
... vorderes Ende, *g. Zona pectinata*, *h. Habenula tecta*
... Epithel der *Zona pectinata*, *k'.* der äussern Wand des
... *sulcata*, zum Theil in den Furchen derselben gelegen
... Haut übergehend, *l. Lig. spirale*, *i.* heller Verbindungstheil
... *m.* Vorsprung des *Lig. spirale* nach innen, *n.* knorpel
... *p.* Periost der *Lamina spiralis*, später in der Tiefe ver-
... Schicht derselben auf die *Reissner*'sche Haut und das
... übergehend. Ein Epithel auf der Seite der *Scala vestibuli* wurde
... *q.* Ein Bündel des Schneckennerven, *s.* Stelle, wo die
... *t.* blasse Fortsetzungen derselben in den Canälen der
... der *Lamina spiralis* auf der Seite der *Scala tympani*, in der
... die *Habenula perforata* sich fortsetzend.

grosser, im Allgemeinen senkrecht stehender Zellen, die auf den ersten Blick nicht viel Besonderes zeigen, bei genauer Besichtigung jedoch in Form und Lage Eigenthümlichkeiten darbieten, die die Figur bei der geringen Vergrösserung nicht deutlich erkennen lässt. Die erste Zelle erhebt sich unmittelbar nach aussen von den Löchern der *Habenula perforata* auf breiter, dreieckiger, kernhaltiger Grundfläche, und ist mit ihrem in der Seitenansicht verschmälerten Ende stark schief und nach aussen gerichtet. Die zweite Zelle kehrt sich mit dem schmäleren freien Ende gegen die erste und wendet die breitere kernhaltige Grundfläche nach aussen. Diese beiden Zellen halte ich für die äussere und innere *Corti*'sche Faser, die jetzt noch ganz steil stehen, später aber mit ihren Grundflächen auseinander rücken, was von einem Längenwachsthum der Zellen selbst, mit Verschiebung der Basis, oder ihrer Grundlage, der *Membrana basilaris*, abhängen kann (vergl. auch *Hensen* l. c. S. 502). Darauf folgen 3—4 eher birnförmige oder walzenförmige Zellen, von denen die äusseren so schief stehen, dass sie ihre Spitzen den ersten Zellen zuwenden, und endlich zwei oder drei Zellen, die kaum merklich grösser sind als die Zellen, die weiter nach aussen die *Zona pectinata* bekleiden. Erstere halte ich für die Haarzellen und *Deiters*'schen Zellen, und letztere für die Vorläufer der grösseren hellen Pflasterzellen, die nach *Corti*'s Entdeckung den Anfang der *Zona pectinata* bekleiden (siehe Fig. 512), welche *Hensen* Stützzellen benannt hat. Von einer *Lamina reticularis* war in dieser Schnecke noch nichts da. Aehnliche Beobachtungen habe ich auch bei menschlichen Embryonen des fünften und sechsten Monates gemacht, nur dass die zwei ersten Epithelzellen des *Corti*'schen Organes den *Corti*'schen Fasern noch ähnlicher waren, als die vorhin geschilderten von Kalbsembryonen. — Einmal so angelegt, bildet sich das *Corti*'sche Organ rasch aus, und ist bei ausgetragenen menschlichen Embryonen und Kalbsembryonen von 48 Cm. Länge vollkommen angelegt, nur dass, wenigstens beim Menschen, die *Lamina reticularis* noch sehr zart und, wie mir schien, in ihren äussersten Gliedern noch nicht gebildet war.

2) Der dicke Epithelialwulst im *Sulcus spiralis* (Fig. 508, *d* und 516, *e''*) der jungen embryonalen Schnecke (das Organon *Köllikeri* von *Hensen*) ist bei älteren Embryonen von Kälbern noch genau in derselben Weise vorhanden (Fig. 508), und ergibt sich nun unter den Zähnen selbst als aus langen breiteren, walzenförmigen, vielleicht einschichtigen Zellen gebildet, während weiter vorn gegen das *Corti*'sche Organ zu die Elemente schmäler, zarter und, wie ich behaupten zu dürfen glaube, mehrschichtig sind. Bei Kälbern von 2—3 Wochen ist dieser Epithelialwulst noch wesentlich in derselben Weise da, und kann ich nun angeben, dass er auch bei erwachsenen Thieren nicht fehlt. In der That hat *Claudius* schon längst behauptet, dass der ganze *Semicanalis spiralis* von Zellen erfüllt sei, und Aehnliches gibt auch *Deiters* an, nur dass er die Zellen durch ein bindegewebiges Gerüst zusammengehalten werden lässt, was, wie jetzt meine Untersuchungen lehren, nicht richtig sein kann. Es ist nun auch wirklich nicht schwer, in der ganzen Ausdehnung, wo bei Kalbsembryonen die Zellen sitzen, vom *Sulcus spiralis* an bis auf die innern *Corti*'schen Fasern ein mächtiges Lager von theils mehr rundlichen oder vieleckigen, theils länglichen Epithelzellen zu finden, dagegen hat es mir jetzt in keiner Weise gelingen wollen, dieselben so im Zusammenhange und in der Lage zu erhalten, dass es möglich gewesen wäre, eine Zeichnung derselben aufzunehmen und sich zu überzeugen, ob der Epithelialwulst auch später dieselbe Mächtigkeit und Gestalt hat, wie früher. Nichtsdestoweniger glaube ich diess mit Bestimmtheit annehmen zu dürfen und zwar nicht allein gestützt auf die Flächenansichten der fraglichen Zellen, sondern auch auf den Umstand, 1) dass die embryonalen Schnecken, in denen der Wulst noch vollkommen zur Anschauung kam, schon sehr grosse waren, und 2) dass die *Corti*'sche Haut, die den fraglichen Wulst als Unterlage hat, beim erwachsenen Thiere genau in derselben Weise sich findet, wie früher. Mit Bezug auf untergeordnete Verhältnisse, wie z. B. ob der Epithelialwulst auch später das *Corti*'sche Organ so über-

ragt, wie die Fig. 508 es zeigt, wird man freilich so lange im Ungewissen bleiben, als es nicht gelingt, auch bei erwachsenen Thieren diese zarten Bildungen so zu erhalten, dass eine genauere Untersuchung derselben möglich wird. — Bei menschlichen Embryonen fand ich die Zellen dieses Epithelialwulstes mehr rundlich, und in derselben Form treten sie auch bei Erwachsenen auf, bei denen jedoch ebenfalls die Zellen gegen das *Corti*'sche Organ zu kleiner und mehr körnig, die im *Sulcus* heller und grösser sind. Aehnlich verhalten sie sich bei der Katze (Fig. 521), nur scheint bei diesen Geschöpfen der *Sulcus* von dem Epithel nicht ausgefüllt zu sein.

Die *Corti*'sche Haut (*Membrana tectoria*, *Claudius*) (Fig. 508, *m C*), deren frühes Auftreten als *Cuticula* eines Theiles des Epithels des *Canalis cochlearis* meine embryologischen Untersuchungen dargethan haben, und deren Lage und Gestalt aus der Figur klar wird, ist auch bei Erwachsenen vollkommen in derselben Weise vorhanden. Dieselbe deckt, wie meine Erfahrungen an älteren Kalbsembryonen lehren, in allen Theilen der Schnecke die *Habenula sulcata* von dem Puncte an, wo die *Reissner*'sche Haut sich erhebt, und bekleidet dann das Epithel im *Sulcus spiralis* und auf der *Habenula perforata*, mag dasselbe nun den *Sulcus* als dicker Wulst erfüllen oder nur am Boden desselben seine Lage haben. Am vorderen Ende dieses Wulstes geht die Haut plötzlich verdünnt auch noch in die Spalte zwischen diesem und dem *Corti*'schen Organe ein und endet dann, wie es scheint, ohne Verbindung mit der verwandten *Lamina reticularis*. Ihre Dicke beträgt beim Ochsen am dicksten Theile bis zu 45 μ, und was ihren Bau anlangt, so ist sie feinstreifig, wie wenn sie aus Fasern bestünde, die sich jedoch nicht darstellen lassen, in der Art, dass die Streifen auf Flächenansichten vorzüglich quer und auf Durchschnitten bogenförmig dem freien Rande gleich verlaufen. Das innere Ende der Haut, das auf der *Habenula sulcata* ruht, zeigt an seiner untern Seite Zellenabdrücke (Würzb. nat. Zeitschr. II. S. 4), die diesem Theile der Haut ein netzförmiges Ansehen geben, welches auch *Hensen*, *Löwenberg* und *Henle* gesehen haben und am freien Ende geht sie in einen wirklichen netzförmigen Saum über, den auch *Deiters* und *Henle* kennen. In chemischer Beziehung ist diese Haut noch nicht genauer untersucht, doch ist sicher, dass sie verschiedenen Stoffen mehr Widerstand leistet, als die *Corti*'schen Fasern und mehr der *Membrana basilaris* gleichkommt.

3) In den übrigen Theilen des *Canalis cochlearis* erhält sich das Epithel in wesentlich derselben Weise wie beim Embryo, und sind hier nur folgende Verhältnisse zu erwähnen. Auf der *Habenula sulcata*, die beim Embryo unter der *Corti*'schen Haut ein zusammenhängendes Epithel besitzt, finde ich beim erwachsenen Geschöpfe ein solches nur gegen die Abgangsstelle der *Reissner*'schen Haut, weiter vorn nicht mehr. Doch glaube ich, wie oben schon bemerkt, dass die Körperchen in den Furchen dieser *Habenula*, in denen ich wie *Deiters* kernhaltige und zwar kurz walzenförmige Zellen erkenne, zum Theil als Epithel aufzufassen sind, welches somit hier unterbrochen wäre. — Auf der *Reissner*'schen Haut ist später das Epithel platt und aus ziemlich grossen vieleckigen Zellen gebildet. Wieder kleiner, aber etwas dicker sehe ich dasselbe auf der äussern Wand des Schneckencanales und auf der *Zona pectinata*, mit Ausnahme der an das *Corti*'sche Organ angrenzenden Stellen, wo, wie schon erwähnt, grosse rundliche Zellen stehen (Fig. 509 *u*, 512), die *Deiters* zu aufgequollen zeichnet. Auf diese Zellen scheinen sich noch Fortsätze der *Lamina reticularis* zu erstrecken, die *Deiters* sicherlich nicht richtig als Bindesubstanz deutet, und kann ich ausserdem bemerken, dass ich Spuren einer *Cuticula* auch in der Gegend der *Stria vascularis* gesehen habe, ohne jedoch im Stande gewesen zu sein, diese Frage vollkommen ins Reine zu bringen.

Die Nerven der Schnecke dringen aus den Canälen des *Modiolus* in die Räume der knöchernen Zone hinein, und bilden hier mit dunkelrandigen Röhren von 3,3 μ in der ganzen Ausdehnung derselben ein dichtes Geflecht, das nach *Corti*'s

leckung an einer ganz bestimmten Stelle, unfern des Randes der Zone im *Canalis spiralis modioli*, eine anfangs 0,22 mm breite Anhäufung von bipolaren, rundlicheiförmigen, ...en (von 24—35 μ Länge) und blassen Ganglienzellen enthält, welche höchst wahr...inlich alle Nervenfasern des Schneckennerven in ihrem Laufe unterbrechen. Die von ...m *Ganglion Cortii s. spirale*, der *Habenula ganglionaris* von Corti, nach aussen ...henden dunkelrandigen Nervenröhren legen sich nochmals in netzförmig verbundene, ... einfach nebeneinander fortlaufende platte Bündel zusammen, welche gegen den *Ha...s* immer lockerer werden, so dass auf diesem die Fasern in einfacher Schicht und selbst ...h Zwischenräume getrennt wahrzu...nen sind. Das Ende dieser Nerven ...t bei allen neben einander liegenden ...deln und Röhren immer in Einer ...e statt, ist jedoch in der ersten ...dung etwas näher der äussern ...eckenwand zu finden, als höher ... Ausserdem liegen dort die En...ngen noch innerhalb der zwei Plat... der knöchernen Zone, obschon ge...am Rande derselben, in der zwei... Windung in einer Ausdehnung von ...—68 μ schon ausserhalb derselben ...der untern Fläche der *Habenula ...orata*, in der dritten halben Win... endlich als ein 0,18 — 0,20 mm ...ter nervöser Saum auch an der ...rn Seite der *Habenula sulcata*. An ...en letztern Orten sind jedoch die ...ven nicht frei in der *Scala tympani* ...alten, sondern von dem Perioste ...untern Fläche der *Zona ossea* be...t. Das eigentliche Ende der bis ...2,2 μ verfeinerten Nervenröhren wurde von Corti und Andern so beschrie... dass dieselben auf einmal erblassen, noch feiner werden und dann frei auslaufen. ...habe jedoch im Jahre 1854 nachgewiesen, dass alle Nervenröhren verschmälert ... blass durch die Löcher in der *Habenula perforata* dringen und in den Raum ...eten, den man früher noch der *Scala vestibuli* zurechnete und der sich nun als ...lung des *Canalis cochlearis* ergeben hat. Genauer bezeichnet sondern sich die ...sticusfasern unter jedem Canale in kleine Bündel, welche dann plötzlich ...chmälert und blass (diess sind die glänzenden länglichen Körperchen von Henle ...*ncln*. Fig. 612) durch die Canäle treten, von welchem Verhalten nur der *Hamulus* ... Ausnahme macht, indem hier die Nervenröhren einzeln für sich in den *Canalis ...learis* treten (s. Mikr. Anat. II. 2. S. 751, 754). Wie die Nerven hier ausgehen, ...mmer noch unermittelt und nur so viel als ausgemacht zu betrachten, dass sie, ... *M. Schultze* zuerst angegeben hat, nach ihrem Eintreten in den Schneckencanal



Fig. 518. Fig. 519.

Fig. 518. Bipolare Ganglienkugel aus dem *Ganglion spirale* des Schweines, 350mal ...r. Nach Corti.

Fig. 519. Endplexus der dunkelrandigen Schneckennerven aus der *Zona ossea* der ...n Schneckenwindung des Ochsen, 100 mal vergr., nach Behandlung mit Salzsäure. ...*abenula ganglionaris Corti* mit vielen querverlaufenden Nervenfasern, 0,22—0,45 mm ..., *b.* vom *Modiolus* in dieselbe eintretende Stämme von 0,2—0,45 mm Breite, *c.* aus ...Nervenzellenschicht hervortretende, vielfach verbundene Zweige von 53—200 μ, die ...*d.* in einen zusammenhängenden Saum von 53—90 μ Breite übergehen.

nur noch feinste blasse varicöse Fädchen darstellen und irgendwie am *Corti*'schen Organe ihr Ende erreichen.

Die Gefässe der Schnecke sind, obschon fein, doch recht zahlreich, und breiten sich einmal im Perioste der Wände des Schneckencanals und dann in der *Lamina spiralis* aus. Am erstern Orte bilden sie ausser den überall befindlichen Capillarnetzen noch einen besondern gefässreichen Streifen im *Canalis cochlearis* unmittelbar über dem *Lig. spirale*, die *Stria vascularis Cortii*, der, obschon mit den Gefässen des Periostes zusammenhängend, doch über demselben liegt und wie in das hier zum Theil auch bräunlich gefärbte Epithel eingebettet ist. In der *Lamina spiralis* findet sich einmal in dem knöchernen Theile und dann in der Nervenausbreitung selbst ein reichliches Capillarnetz, das mit einem an der untern oder Tympanalwand des *Canalis cochlearis* in der ganzen Ausdehnung der Schnecke verlaufenden *Vas spirale* zusammenhängt. Dieses wahrscheinlich venöse Gefäss liegt immer unter der Gegend des *Corti*'schen Organes bald mehr einwärts, bald mehr nach aussen und ist in der letzten halben Windung der Schnecke ein Capillargefäss von nur 9 μ, wird jedoch gegen die Basis zu allmählich bis 28 μ breit und deutlich aus zwei Häuten zusammengesetzt. In seltenen Fällen gibt es zwei capilläre *Vasa spiralia* an der genannten Stelle, und zweimal fand *Corti* beim Menschen und beim Schafe auch ein äusseres *Vas spirale* nahe an dem *Lig. spirale* an der *Zona pectinata*, das jedoch mit den innern Gefässen nicht zusammenhing, wie denn überhaupt die *Zona pectinata* als gefässlos sich erweist. Dagegen stehen die Gefässe der *Lamina spiralis* durch feine Netze, die vom Perioste an ihrer vestibulären Seite, wo sie auch in die *Habenula sulcata* eindringen, auf die *Reissner*'sche Haut übergehen und diese durchziehen, mit denen des Periostes der äussern Schneckenwand in Verbindung.

Noch ist zum Schlusse des *Nervus acusticus* zu gedenken. Die Nervenröhren seines Stammes messen beim Menschen 4,5—11 μ, sind äusserst leicht zerstörbar und haben nur ein zartes Neurilem. Zwischen denselben finden sich im Stamme selbst und im Vorhofs- und Schneckennerven zahlreiche bipolare blasse und gefärbte Ganglienzellen, bei Säugern und beim Menschen von 45—150 μ. Aehnliche Zellen, nur kleiner, finden sich, wie schon oben erwähnt, auch in der Schnecke und dann auch an den Nervenstämmchen im *Vestibulum* (*Pappenheim*, *Corti*).

In Betreff der Entwickelung des Gehörorganes und vor Allem der Schnecke verweise ich auf meine Entwickelungsgeschichte.

Die histiologischen Untersuchungen über die Schnecke beginnen erst mit *Todd-Bowman* und vor Allem mit *Corti*, dessen ausgezeichnete Monographie für immer der Ausgangspunct für alle Beobachter sein wird. *Corti* entdeckte neben vielem Anderen das Ganglion des Schneckennerven, das verwickelte, nach ihm genannte Organ auf der *Membrana basilaris* und die Deckmembran der *Habenula sulcata*, und gab zugleich auch die erste genaue und ins Einzelne gehende Beschreibung der *Lamina spiralis*. Dagegen blieb ihm die letzte Endigung der Schneckennerven ganz verborgen, und glaubt er, dass dieselben in der *Scala tympani* frei auslaufen. Hierauf wurde von mir nachgewiesen, dass dieselben in kleinen Bündelchen durch die Löcher der *Habenula perforata* in die vermeintliche *Scala vestibuli* treten, gerade da, wo die inneren *Corti*'schen Fasern beginnen, und so kam ich, unter dem Einflusse der Beobachtungen von *H. Müller* und *mir* über die *Retina*, und gestützt auf den Nachweis, dass die *Corti*'schen Fasern in ihrem chemischen Verhalten durchaus nicht mit der *Membrana basilaris* übereinstimmen, mit welcher *Corti* sie zusammengestellt hatte, sondern eher zarte und vergängliche Bildungen sind, zur Aufstellung der Vermuthung, dass die *Corti*'schen Fasern die eigenthümlich gebauten Enden der Schneckennerven darstellen. Diese Aufstellung, die, wie sich jetzt herausstellt, eine irrthümliche war, wurde zuerst erschüttert durch die Wahrnehmung von *Claudius*, dass die inneren und äusseren *Corti*'schen Fasern an Zahl sich nicht entsprechen, zu welcher dann später noch die Beobachtung von *M. Schultze* dazu kam, nach welcher die Acusticusfasern jenseits der Löcher der *Habenula perforata* als feinste varicöse Fäserchen weiter laufen. Ich musste diese Angaben bestätigen, und fand mich so schon in der 3. Auflage

dieses Werkes veranlasst, mich, wenn auch noch nicht entschieden, eher an *Corti*'s, auch von *M. Schultze* aufgenommene Ansicht anzuschliessen, nach welcher das *Corti*'sche Organ eine Hülfseinrichtung für das Zustandekommen des Hörens durch die Schnecke ist. Nachdem dann durch meine embryologischen Untersuchungen auch noch der Nachweis gegeben war, dass das ganze *Corti*'sche Organ aus dem Epithel des Schneckencanales hervorgeht, und sich herausgestellt hatte, dass zu einer Zeit, wo die Schneckennerven schon gut entwickelt sind, die *Corti*'schen Fasern noch ganz epithelzellenartig und in einer Gestalt bestehen, die jeden Gedanken an ihre Verbindung mit den Nervenfasern ausschloss, trat ich der letztgenannten Auffassung entschieden bei (4. Aufl.), welche auch sonst fast allgemeinen Beifall fand.

Mit Bezug auf die übrigen Erwerbungen dieser Zeiten ist nun noch Folgendes zu erwähnen. *Claudius* verbesserte die Darstellungen von *Corti* und *mir* nicht nur durch den Nachweis, dass die innern *Corti*'schen Fasern zahlreicher sind als die äussern, sondern er war auch der Erste, der zeigte, dass die äussern *Corti*'schen Fasern an der *Membrana basilaris* haften und dass das ganze Organ bogenförmig den betreffenden Theil der *Membrana basilaris* überbrückt. Von *mir* wurde die *Lamina reticularis* des *Corti*'schen Organes aufgefunden und gleichzeitig von *M. Schultze* und *mir* genauer beschrieben, woran sich dann weitere Schilderungen von *Böttcher* und *Deiters* anreihten. Diese letztgenannten Forscher machten sich ausserdem durch einlässliche Forschungen über die der *Membrana basilaris* anliegenden Theile verdient, und wenn auch ihre Ergebnisse nicht in allen Beziehungen unter einander und mit denen anderer Forscher stimmen, so ist nicht zu vergessen, dass es sich hier um einen der schwierigsten Theile im ganzen Gebiete der mikroskopischen Anatomie handelt. Da weiter unten noch mehrere *in dubio* stehende Verhältnisse zur genaueren Besprechung kommen, so erwähne ich hier nur, dass *Böttcher* zuerst gezeigt hat, dass die Löcher der *Habenula perforata* und die innern *Corti*'schen Fasern an Zahl sich nicht entsprechen, sowie dass nach aussen von den äussern *Corti*'schen Fasern noch andere Fasern an die *M. basilaris* gehen, welche letztern *Deiters* als die Fortsätze der Haarzellen erkannt hat, die von ihm überhaupt genauer beschrieben wurden, als es bisher der Fall gewesen war. Ebenso verdanken wir *Deiters* zuerst eine bessere Einsicht in die nach ihm genannten Zellen, welche übrigens auch schon *Böttcher* in Spuren wahrgenommen hatte, so wie schöne Untersuchungen über die Schnecke der Vögel und Amphibien.

Einen wichtigen Wendepunct in den Untersuchungen über die Schnecke bezeichnen, wie ich sagen zu dürfen glaube, die embryologischen Forschungen von *Reissner* und von *mir*. *Reissner* beschrieb im Jahre 1854 bei Embryonen zuerst den mittleren Canal in der Schnecke und eine zweite häutige denselben schliessende Spirallamelle, die von mir sogenannte *Reissner*'sche Haut, und gab zugleich an, dass der genannte Raum, der nichts als der embryonale Schneckencanal sei, auch bei ausgebildeten Geschöpfen sich finde. Keiner der späteren Forscher, mit Ausnahme von *Reichert*, der einfach seinen Anschluss an *Reissner* erklärte (*Müll.* Arch. 1857. Jahresber. S. 84), verstand diese wichtigen Angaben, bis ich dieselben nach Untersuchungen an Embryonen bestätigte und nach verschiedenen Seiten erweiterte. Ich zeigte namentlich, dass der *Canalis cochlearis* schon sehr früh an Einer Stelle ein dickes Epithel hat und dass aus einem Theile dieser Bekleidung das eigenthümliche *Corti*'sche Organ hervorgeht, während der Rest als Auskleidung des *Sulcus spiralis* liegen bleibt. Ferner wies ich der *Corti*'schen Membran zum ersten Male ihre richtige Lage an und ermittelte ihre anatomische Bedeutung als die einer Cuticularbildung, welche Stellung ich auch vermuthungsweise der räthselhaften *Lamina reticularis* zuschrieb. Durch diese Wahrnehmungen wurde zugleich auch eine Vergleichung der feineren Einrichtungen in der Schnecke der Säuger mit denen im *Vestibulum* und den Ampullen möglich und eröffneten sich ausserdem neue Wege für ein besseres Verständniss der letzten Nervenendigungen in dem erstern Organe. — Seit dieser Zeit haben nun noch besonders *Hensen*, *Löwenberg* und *Henle* durch einlässliche Studien unsere Kenntniss der Schnecke gefördert, wie diess z. Th. in diesem Paragraphen an den betreffenden Stellen angegeben ist. Ferner haben wir von *Reichert* eine ausgezeichnete makroskopische Arbeit über die Höhlen und Weichtheile des Labyrinthes erhalten. Was dagegen die Angaben *R.*'s über die mikroskopischen Verhältnisse der Schnecke betrifft (Berl. Monatsber.), so finde ich dieselben im Ganzen wenig befriedigend und muss Vieles als unverständlich oder irrthümlich bezeichnen. Vor allem war mir auffallend zu sehen, dass *R.*, der mit so viel

nur noch feinste blasse varicöse Fädchen darstellen und irgendwie am *Corti*'schen Organe ihr Ende erreichen.

Die Gefässe der Schnecke sind, obschon fein, doch recht zahlreich, und breiten sich einmal im Perioste der Wände des Schneckencanals und dann in der *Lamina spiralis* aus. Am erstern Orte bilden sie ausser den überall befindlichen Capillarnetzen noch einen besondern gefässreichen Streifen im *Canalis cochlearis* unmittelbar über dem *Lig. spirale*, die *Stria vascularis Cortii*, der, obschon mit den Gefässen des Periostes zusammenhängend, doch über demselben liegt und wie in das hier zum Theil auch bräunlich gefärbte Epithel eingebettet ist. In der *Lamina spiralis* findet sich einmal in dem knöchernen Theile und dann in der Nervenausbreitung selbst ein reichliches Capillarnetz, das mit einem an der untern oder Tympanalwand des *Canalis cochlearis* in der ganzen Ausdehnung der Schnecke verlaufenden *Vas spirale* zusammenhängt. Dieses wahrscheinlich venöse Gefäss liegt immer unter der Gegend des *Corti*'schen Organes bald mehr einwärts, bald mehr nach aussen und ist in der letzten halben Windung der Schnecke ein Capillargefäss von nur 9 μ, wird jedoch gegen die Basis zu allmählich bis 28 μ breit und deutlich aus zwei Häuten zusammengesetzt. In seltenen Fällen gibt es zwei capilläre *Vasa spiralia* an der genannten Stelle, und zweimal fand *Corti* beim Menschen und beim Schafe auch ein äusseres *Vas spirale* nahe an dem *Lig. spirale* an der *Zona pectinata*, das jedoch mit den innern Gefässen nicht zusammenhing, wie denn überhaupt die *Zona pectinata* als gefässlos sich erweist. Dagegen stehen die Gefässe der *Lamina spiralis* durch feine Netze, die vom Perioste an ihrer vestibulären Seite, wo sie auch in die *Habenula sulcata* eindringen, auf die *Reissner*'sche Haut übergehen und diese durchziehen, mit denen des Periostes der äussern Schneckenwand in Verbindung.

Noch ist zum Schlusse des *Nervus acusticus* zu gedenken. Die Nervenröhren seines Stammes messen beim Menschen 4,5—11 μ, sind äusserst leicht zerstörbar und haben nur ein zartes Neurilem. Zwischen denselben finden sich im Stamme selbst und im Vorhofs- und Schneckennerven zahlreiche bipolare blasse und gefärbte Ganglienzellen, bei Säugern und beim Menschen von 45—150 μ. Aehnliche Zellen, nur kleiner, finden sich, wie schon oben erwähnt, auch in der Schnecke und dann auch an den Nervenstämmchen im *Vestibulum* (*Pappenheim*, *Corti*).

In Betreff der Entwickelung des Gehörorganes und vor Allem der Schnecke, verweise ich auf meine Entwickelungsgeschichte.

Die histiologischen Untersuchungen über die Schnecke beginnen erst mit *Todd-Bowman* und vor Allem mit *Corti*, dessen ausgezeichnete Monographie für immer der Ausgangspunct für alle Beobachter sein wird. *Corti* entdeckte neben vielem Anderen das Ganglion des Schneckennerven, das verwickelte, nach ihm genannte Organ auf der *Membrana basilaris* und die Deckmembran der *Habenula sulcata*, und gab zugleich auch die erste genaue und ins Einzelne gehende Beschreibung der *Lamina spiralis*. Dagegen blieb ihm die letzte Endigung der Schneckennerven ganz verborgen, und glaubt er, dass dieselben in der *Scala tympani* frei auslaufen. Hierauf wurde von mir nachgewiesen, dass dieselben in kleinen Bündelchen durch die Löcher der *Habenula perforata* in die vermeintliche *Scala vestibuli* treten, gerade da, wo die inneren *Corti*'schen Fasern beginnen, und so kam ich, unter dem Einflusse der Beobachtungen von *H. Müller* und *mir* über die *Retina*, und gestützt auf den Nachweis, dass die *Corti*'schen Fasern in ihrem chemischen Verhalten durchaus nicht mit der *Membrana basilaris* übereinstimmen, mit welcher *Corti* sie zusammengestellt hatte, sondern eher zarte und vergängliche Bildungen sind, zur Aufstellung der Vermuthung, dass die *Corti*'schen Fasern die eigenthümlich gebauten Enden der Schneckennerven darstellen. Diese Aufstellung, die, wie sich jetzt herausstellt, eine irrthümliche war, wurde zuerst erschüttert durch die Wahrnehmung von *Claudius*, dass die inneren und äusseren *Corti*'schen Fasern an Zahl sich nicht entsprechen, zu welcher dann später noch die Beobachtung von *M. Schultze* dazu kam, nach welcher die Acusticusfasern jenseits der Löcher der *Habenula perforata* als feinste varicöse Fäserchen weiter laufen. Ich musste diese Angaben bestätigen, und fand mich so schon in der 3. Auflage

dieses Werkes veranlasst, mich, wenn auch noch nicht entschieden, eher an *Corti's*, auch von *M. Schultze* aufgenommene Ansicht anzuschliessen, nach welcher das *Corti'sche* Organ eine Hülfseinrichtung für das Zustandekommen des Hörens durch die Schnecke ist. Nachdem dann durch meine embryologischen Untersuchungen auch noch der Nachweis gegeben war, dass das ganze *Corti*'sche Organ aus dem Epithel des Schneckencanales hervorgeht, und sich herausgestellt hatte, dass zu einer Zeit, wo die Schneckennerven schon gut entwickelt sind, die *Corti*'schen Fasern noch ganz epithelzellenartig und in einer Gestalt bestehen, die jeden Gedanken an ihre Verbindung mit den Nervenfasern ausschloss, trat ich der letztgenannten Auffassung entschieden bei (4. Aufl.), welche auch sonst fast allgemeinen Beifall fand.

Mit Bezug auf die übrigen Erwerbungen dieser Zeiten ist nun noch Folgendes zu erwähnen. *Claudius* verbesserte die Darstellungen von *Corti* und *mir* nicht nur durch den Nachweis, dass die innern *Corti*'schen Fasern zahlreicher sind als die äussern, sondern er war auch der Erste, der zeigte, dass die äussern *Corti*'schen Fasern an der *Membrana basilaris* haften und dass das ganze Organ bogenförmig den betreffenden Theil der *Membrana basilaris* überbrückt. Von *mir* wurde die *Lamina reticularis* des *Corti*'schen Organes aufgefunden und gleichzeitig von *M. Schultze* und *mir* genauer beschrieben, woran sich dann weitere Schilderungen von *Böttcher* und *Deiters* anreihten. Diese letztgenannten Forscher machten sich ausserdem durch einlässliche Forschungen über die der *Membrana basilaris* anliegenden Theile verdient, und wenn auch ihre Ergebnisse nicht in allen Beziehungen unter einander und mit denen anderer Forscher stimmen, so ist nicht zu vergessen, dass es sich hier um einen der schwierigsten Theile im ganzen Gebiete der mikroskopischen Anatomie handelt. Da weiter unten noch mehrere *in dubio* stehende Verhältnisse zur genaueren Besprechung kommen, so erwähne ich hier nur, dass *Böttcher* zuerst gezeigt hat, dass die Löcher der *Habenula perforata* und die innern *Corti*'schen Fasern an Zahl sich nicht entsprechen, sowie dass nach aussen von den äussern *Corti*'schen Fasern noch andere Fasern an die *M. basilaris* gehen, welche letztern *Deiters* als die Fortsätze der Haarzellen erkannt hat, die von ihm überhaupt genauer beschrieben wurden, als es bisher der Fall gewesen war. Ebenso verdanken wir *Deiters* zuerst eine bessere Einsicht in die nach ihm genannten Zellen, welche übrigens auch schon *Böttcher* in Spuren wahrgenommen hatte, so wie schöne Untersuchungen über die Schnecke der Vögel und Amphibien.

Einen wichtigen Wendepunct in den Untersuchungen über die Schnecke bezeichnen, wie ich sagen zu dürfen glaube, die embryologischen Forschungen von *Reissner* und von *mir*. *Reissner* beschrieb im Jahre 1854 bei Embryonen zuerst den mittleren Canal in der Schnecke und eine zweite häutige denselben schliessende Spirallamelle, die von mir sogenannte *Reissner*'sche Haut, und gab zugleich an, dass der genannte Raum, der nichts als der embryonale Schneckencanal sei, auch bei ausgebildeten Geschöpfen sich finde. Keiner der späteren Forscher, mit Ausnahme von *Reichert*, der einfach seinen Anschluss an *Reissner* erklärte (*Müll.* Arch. 1857. Jahresber. S. 84), verstand diese wichtigen Angaben, bis ich dieselben nach Untersuchungen an Embryonen bestätigte und nach verschiedenen Seiten erweiterte. Ich zeigte namentlich, dass der *Canalis cochlearis* schon sehr früh an Einer Stelle ein dickes Epithel hat und dass aus einem Theile dieser Bekleidung das eigenthümliche *Corti*'sche Organ hervorgeht, während der Rest als Auskleidung des *Sulcus spiralis* liegen bleibt. Ferner wies ich der *Corti*'schen Membran zum ersten Male ihre richtige Lage an und ermittelte ihre anatomische Bedeutung als die einer Cuticularbildung, welche Stellung ich auch vermuthungsweise der räthselhaften *Lamina reticularis* zuschrieb. Durch diese Wahrnehmungen wurde zugleich auch eine Vergleichung der feineren Einrichtungen in der Schnecke der Säuger mit denen im *Vestibulum* und den Ampullen möglich und eröffneten sich ausserdem neue Wege für ein besseres Verständniss der letzten Nervenendigungen in dem erstern Organe. — Seit dieser Zeit haben nun noch besonders *Hensen*, *Löwenberg* und *Henle* durch einlässliche Studien unsere Kenntniss der Schnecke gefördert, wie diess z. Th. in diesem Paragraphen an den betreffenden Stellen angegeben ist. Ferner haben wir von *Reichert* eine ausgezeichnete makroskopische Arbeit über die Höhlen und Weichtheile des Labyrinthes erhalten. Was dagegen die Angaben *R.*'s über die mikroskopischen Verhältnisse der Schnecke betrifft (Berl. Monatsber.), so finde ich dieselben im Ganzen wenig befriedigend und muss Vieles als unverständlich oder irrthümlich bezeichnen. Vor allem war mir auffallend zu sehen, dass *R.*, der mit so viel

Bewusstsein seine lange Bekanntschaft mit dem *Canalis cochlearis* hervorhebt, nicht einmal weiss, dass die *Corti*'sche Membran keinen Antheil an der Bildung der *Reissner*'schen Membran hat.

Es erübrigt nun noch einige Verhältnisse zweifelhafter oder schwieriger Art mehr im Einzelnen zu besprechen und zugleich einige untergeordnete Zusätze zu machen.

In Betreff der *Corti*'schen Fasern fallen nun mit dem gegebenen Nachweise, dass dieselben aus Epithelzellen des *Canalis cochlearis* sich entwickeln, manche bisher besprochene Fragen als unerheblich weg, andere vereinfachen sich. So wird nun wohl Niemand mehr ihre chemische Uebereinstimmung mit der *Membrana basilaris*, die Bindesubstanz und ein Theil der Wand des Schneckencanales ist, vertheidigen und meine Angaben über ihre im Ganzen bedeutende Zartheit bezweifeln wollen. Der Ausdruck zart war übrigens von mir nur im Hinblicke auf die *M. basilaris* gewählt, und weiss jeder Untersucher der *Corti*'schen Fasern, dass die Haarzellen z. B. ungleich vergänglicher und zarter sind. Auch ich sehe mich daher veranlasst, anzunehmen, dass der Inhalt der Epithelzellen, die zu den *Corti*'schen Fasern sich gestalten, eine eigenthümliche festere Beschaffenheit annimmt, als sie bei solchen Zellen gewöhnlich gefunden wird. — Bei dem jetzigen Stande der Dinge wird ferner meine Annahme, dass die Kerne unter den Enden der beiden *Corti*'schen Fasern zu diesen gehören, wohl auch weniger Widerspruch finden als bisher, doch gebe ich gern zu, dass hier ein sicherer Entscheid sehr schwer ist. An den besten Stücken, die ich sah, nehmen sich die fraglichen Theile so aus, wie in der Fig. 512, und möchte ich das Verhalten am liebsten dem vergleichen, das Muskelfasern gewähren, bei denen oberflächlich liegende Kerne einen Theil des *Sarcolemma* abheben. Ich kann nun freilich nicht behaupten, an den innern *Corti*'schen Fasern im weitern Verlaufe eine Hülle gesehen zu haben, was dagegen die äussern Fasern betrifft, so ist eine solche hier bestimmt vorhanden, und habe ich die schon früher beschriebenen Varicositäten, von denen ich hier nachträglich bemerken kann, dass sie nur an äussern Fasern zur Anschauung gekommen waren, auch neuerdings wieder gesehen und zwar in der Art, wie ich sie schon früher abgebildet hatte (Mikr. Anat. Fig. 435, 3), dass nämlich stellenweise von der *Corti*'schen Faser oder dem Gelenktheile derselben eine Hülle abgehoben war. — Die Verbindung der *Corti*'schen Fasern mit der *Membrana basilaris* anlangend, so ist nun wohl auch sicher, dass dieselbe keine Verschmelzung ist. Allerdings bleiben die abgerissenen Faserenden häufig an der *Membrana basilaris* sitzen, und habe ich die von *Böttcher* und *Deiters* gezeichneten Bilder, die wie den Uebergang der Enden der äussern Fasern in die Leistchen oder Streifen der *Zona pectinata* darstellen, oft genug gesehen (s. Fig. 513). Oft genug waren aber auch die Fasern so gelöst, dass keine Spur derselben auf der *M. basilaris* zu entdecken war. Ich finde daher keinen Grund mit *Böttcher* anzunehmen, dass die fraglichen Streifen eine Fortsetzung der äussern *Corti*'schen Fasern seien, abgesehen davon, dass ich neuerdings beim Ochsen eine allerdings sehr feine Streifung auch an der *Habenula tecta* unter dem *Corti*'schen Organe gesehen habe. — Von den Beschreibungen der *Corti*'schen Fasern ist die von *Deiters* die sorgfältigste, auf welche ich hiermit für weitere Einzelnheiten verweise.

Auch meine *Lamina reticularis* hat *Deiters* am genauesten beschrieben und schliesse ich mich nach wiederholten Untersuchungen fast in Allem an ihn an. Bei meiner ersten Schilderung hatte ich namentlich darin mich versehen, dass ich die geraden Stäbe nicht auf die äussern *Corti*'schen Fasern bezogen hatte, denen sie in der That an Zahl entsprechen. Die Zartheit der Bildung dagegen (dass mein erster Holzschnitt nicht gut ausgefallen sei, hatte ich bestimmt angegeben), das oft netzförmige Ansehen des Ganzen und das Vorkommen von rechteckigen Endabtheilungen hatte ich schon früher gemeldet. Wenn meine jetzige Deutung der Platte als einer Cuticularbildung, ähnlich der *Corti*'schen Haut und der von *Deiters*, *Lang* und *C. Hasse* beschriebenen *Lamina fenestrata* oder *Membrana tectoria* aus dem Gehörorgane der Vögel, Amphibien und Fische, richtig ist, so wird auf das Ganze ein solches Licht geworfen, dass die so verwickelte Bildung vielleicht verständlich wird. Immerhin möchte ich das Folgende doch nur als einen vorläufigen Versuch ansehen. Die helle Platte oder besser die sie zusammensetzenden Platten an den innern *Corti*'schen Fasern hängen mit diesen so innig zusammen, dass ich sie vorläufig am liebsten als unmittelbare Ausläufer der Fasern auffassen möchte, immerhin wären Cuticularbildungen von dieser Form auch nicht ohne Seitenstücke. Die geraden Stäbe an den äussern Fasern sind mit diesen lockerer verbunden und möchten daher eher unter den Be-

griff äusserer Abscheidungen fallen. Das eigentliche Netz scheint mir eine zusammenhängende zarte Platte zu sein, mit Verdickungen an den Stellen, die wie Fasern sich ausnehmen. Da dasselbe zum Theil wenigstens in einzelne Stücke zerfallen kann, so müsste man — vorausgesetzt, dass meine Deutung als *Cuticula* richtig ist — annehmen, dass jeder Abschnitt einer besondern Zelle des *Corti*'schen Organes entspricht. Für die drei Reihen von Löchern, denen auch manchmal körperliche Bildungen anhaften, die vielleicht verschliessenden zarten Häutchen ihren Ursprung verdanken, ergäbe sich in diesem Falle leicht eine Beziehung zu den drei Reihen der äusseren Haarzellen; was dagegen die Zwischenglieder und Endglieder betrifft, so sind nur die »*Deiters*'schen Zellen« vorhanden, auf die man dieselben beziehen könnte, und hat nun in der That *Hensen* gezeigt, dass diese Bildungen zusammengehören, wie schon von *Deiters* und *mir* gesehen war (4. Aufl. S. 714). — Als Fortsetzung der *Lamina reticularis* betrachte ich die von mir gefundenen Fäden an den Endgliedern, die nach *Deiters* in ein Netzwerk auf den grösseren Zellen jenseits des *Corti*'schen Organes übergehen, das auch ich kenne. Da diese Zellen ebenso bestimmt wie die des *Corti*'schen Organes zum Epithel des Schneckencanales gehören, wie meine embryologischen Untersuchungen lehren, so ist natürlich auch hier nicht an Bindegewebe zu denken und eine andere Deutung des fraglichen breitmaschigen Netzes als die einer unausgebildeten *Cuticula* kaum denkbar.

Dass die Haarzellen in einen Faden auslaufen, ist mir schon lange bekannt (Mikr. Anat. Fig. 435, 2 *e'*), dagegen war mir die Stellung dieser Zellen zwischen der *Lamina reticularis* und der *M. basilaris* und die Befestigung an der letztern verborgen geblieben. In Betreff beider Puncte habe ich mich nun hinlänglich von der Richtigkeit der Angaben von *Deiters* vergewissert, nur bemerke ich, dass, wenn auch nicht bei den *Carnivoren*, doch beim Ochsen, diese Zellenausläufer ungemein leicht spurlos von der *M. basilaris* sich lösen. In Betreff der *Deiters*'schen Zellen habe ich mit Bezug auf den unteren Ausläufer noch keine sicheren Anschauungen zu gewinnen vermocht und muss vorläufig *Deiters* die Vertretung seiner hierauf bezüglichen Schilderungen überlassen.

Die *Corti*'sche Membran ist durch meine embryologischen Untersuchungen nach Bedeutung und Lage hinreichend aufgeklärt, und haben meine Figg. 508 und 510, was ich *Henle*'s Bemerkungen (*Spl.* S. 801) gegenüber hervorzuheben mir erlaube, die ersten richtigen Abbildungen derselben gegeben, dagegen bleibt das äussere Ende der Membran genauer zu ermitteln. Nach meinen Erfahrungen (4. Aufl.) verdünnt sich dieselbe gegen das *Corti*'sche Organ zu nicht nur bei Embryonen (s. Fig. 508), sondern auch bei ausgebildeten Geschöpfen, und nimmt hier ein neues eigenthümliches Ansehen an, von dem *Böttcher* (*Virch.* Arch. XVII. Fig. 1) und *Deiters* (Fig. 3. 4) nur Andeutungen gesehen haben, das *Henle* dagegen abbildet (Fig. 618, 3) und auch *Löwenberg* gesehen zu haben scheint (*Membr. et canaux du limaçon.* Fig. 2, *f*, *i*, *c*, *d*). Dasselbe beruht darauf, dass die Haut hier in ein Netzwerk von blassen, breiteren und schmäleren Fasern sich auflöst, welche mit grosser Regelmässigkeit der Länge (der Axe des Schneckencanales gleich) und der Quere nach verlaufen und durch ihre Verbindungen weitere vier- und rechteckige Maschen erzeugen. Die Verbindung dieses schmalen Saumes mit dem dicken mittleren Theile der *Corti*'schen Haut geschieht durch schmalere und breitere Zacken, in welche letzterer an seinem äusseren Rande sich auflöst, und liegt wohl hierin der Grund, warum derselbe häufig von der übrigen Haut sich ablöst und dann seiner grossen Durchsichtigkeit halber übersehen wird oder nach unten sich umbiegt. Nach dem, was ich an Embryonen gesehen habe, scheint dieser netzförmige Saum da zu enden, wo das dicke Epithel des *Sulcus spiralis* an die innern *Corti*'schen Fasern angrenzt, doch wäre es nicht unmöglich, dass derselbe bis zur *Lamina reticularis* sich erstreckte und mit ihr verbunden wäre, in welchem Falle Eine zusammenhängende Cuticularbildung von der *Reissner*'schen Haut an bis über das *Corti*'sche Organ sich erstrecken würde. — In neuester Zeit hat *Löwenberg* in Betreff des Endes der *Corti*'schen Membran angegeben, dass dieselbe an der Aussenwand des *Canalis cochlearis* über der Anheftung der *Membrana basilaris* an das *Lig. spirale* sich befestige und einen freien, nach aussen von dem *Corti*'schen Organe gelegenen Raum überbrücke, den er *Canalis laminae spiralis* nennt, so dass somit der *Canalis cochlearis* in zwei Abtheilungen zerfallen würde, eine vestibuläre, zwischen der *Reissner*'schen und *Corti*'schen Membran, und eine tympanale, zwischen der letzteren und der *Membrana basilaris*. Somit wird durch *Löwenberg* meine frühere

Scala media (3. Aufl. Fig. 346) oder der von *Claudius*, *Böttcher*, *Deiters* und *mir* zwischen *Corti*'scher Membran und *M. basilaris* beschriebene Raum wieder eingeführt und diese Annahme durch die mittlerweile gewonnene Erkenntniss der *Reissner*'schen Membran und des *Canalis cochlearis* ergänzt. — Was mich betrifft, so sehe ich mich vorläufig ausser Stande mit Bezug auf das äussere Ende der *Corti*'schen Membran eine bestimmte Antwort zu geben, bemerke jedoch in dieser Beziehung folgendes.

1) An vortrefflichen Durchschnitten der Schnecken von Embryonen, an denen die *Corti*'sche Membran *in situ* erhalten war (Figg. 508, 510), zeigte sich mir keine Spur einer Anheftung an der äusseren Schneckenwand, auch befand sich dort ein ununterbrochenes Epithel.

2) Die Hauptabschnitte der *Corti*'schen Membran, d. h. die innere und mittlere Zone, liegen, wie ich zuerst angegeben, ganz bestimmt auf der *Habenula sulcata* und dem Epithel des *Sulcus spiralis* bis zur inneren Haarzellenreihe in der Gegend der Gelenkenden der inneren *Corti*'schen Fasern. In die Gegend der äusseren Haarzellen habe ich die Membran nie sich erstrecken sehen, wie diess *Hensen* behauptet, doch ist es schwer, über so schwierige Verhältnisse ein bestimmtes Urtheil abzugeben. Sei dem wie ihm wolle, so würde somit die 2. Zone der Membran auf keinen Fall weiter reichen als die *Papilla spiralis*, und müsste die 3. netzförmige Zone die *Zona pectinata* der *Membrana basilaris* überbrücken, welche jedoch bisher noch nie in einer dazu ausreichenden Breite, sondern nur als ein schmalerer Saum zur Beobachtung kam.

3) Am freien Rande der 2. Zone der *Corti*'schen Membran findet sich oft eine Andeutung eines Canales, in dem ich einige Male ein Blutgefäss zu erkennen glaubte (Handb. 3. Aufl. S. 670), eine räthselhafte Beobachtung, an die sich neue Mittheilungen von *Henle* und *Löwenberg* über einen solchen Raum anschliessen.

4) Ich halte es, gestützt auf meine embryologischen Untersuchungen, für ganz ausgemacht, dass die *Corti*'sche Membran eine Zellenausscheidung oder *Cuticula* ist. Demzufolge ist es ganz unmöglich, dass dieselbe mit dem Perioste der äusseren Wand des Schneckencanales sich verbinde. Ferner kenne ich keine *Cuticulae*, die durch Zwischenräume von ihren Bildungszellen getrennt sind, und scheint mir daher für den Fall, dass die 3. Zone der *Corti*'schen Membran wirklich bis zur äusseren Wand des *Canalis cochlearis* reicht, nur die Möglichkeit gegeben zu sein, dass dieselbe dem Epithel der *Zona pectinata* aufliegend die äussere Wand erreiche und auf sie übergehe.

5) Ein Cuticulaartiges Gebilde an der äusseren Wand des Schneckencanales ist wirklich von einigen Forschern gesehen worden. Ein solches bildet *Deiters* (Fig. 1 in der Gegend des kleinen Wulstes (Fig. 508 *m*) unterhalb der *Stria vascularis* ab da, wohin auch *Löwenberg* die Anheftung der *Corti*'schen Membran verlegt. *Henle* dagegen zeichnet ein solches Bruchstück bedeutend tiefer (Fig. 617 *t*), und *ich* habe schon früher angegeben (4. Aufl. S. 710), was auch oben (S. 728) wiederholt ist, dass ich Spuren einer *Cuticula* in der Gegend der *Stria vascularis* gefunden, und auf S. 731 mitgetheilt, dass *Deiters* und *ich* Fortsetzungen der *Lamina reticularis*, einer cuticulaartigen Platte, auf das Epithel der *Zona pectinata* wahrgenommen haben.

Aus allem diesem scheint sich mir zu ergeben, entweder dass die *Corti*'sche Membran mit ihrer 3. Zone dem Epithel der *Zona pectinata* aufliegend bis zur äusseren Wand des *Canalis cochlearis* gelangt oder dass hier eine besondere *Cuticula* sich findet, deren losgelöste Fetzen für das Ende der *Corti*'schen Membran gehalten worden sind. Auf jeden Fall hat noch Niemand die *Corti*'sche Membran von einer bis zur andern Wand ausgespannt und unverletzt gesehen, wie *Deiters* und *Henle* offen bekennen, und kann ich *Löwenberg*'s Fig. 1, die bei 80 mal. Vergrösserung Kerne und Epithelzellen in riesiger Grösse darstellt, auch nur für ein Schema halten.

Noch bemerke ich, dass der Schneckencanal, wenn auch nicht den *Canalis laminae spiralis* von *Löwenberg*, doch auf jeden Fall unter dem *Corti*'schen Organe einen kleinen, mit Flüssigkeit gefüllten freien Raum enthält, wie auch *Reichert* hervorhebt.

Die Endigung der Nerven in der Schnecke ist leider immer noch unbekannt und haben auch die neuesten Bemühungen von *Deiters* das Räthsel nicht zu lösen vermocht, um so weniger als dieser Forscher zur Zeit, als er seine Abhandlung schrieb, die anatomische Bedeutung der die *Membrana basilaris* an der Stelle der Nervenausbreitung deckenden Theile noch nicht kannte und so zur Annahme von bindegewebigen Theilen an Stellen

gelangte, wo solche unmöglich vorkommen können. In Betreff der Nerven ist nur so viel ausgemacht, dass dieselben durch die Löcher der *Habenula perforata* in das Epithel des *Canalis cochlearis* treten (*ich*) und hierbei in feinste varicöse Fädchen auslaufen (*Max Schultze*), was dagegen aus diesen weiter wird, hat wohl noch Niemand mit Bestimmtheit gesehen.

In Betreff des weiteren Verlaufes der Schneckennerven nach ihrem Durchtritte durch die Löcher der *Habenula perforata* hat *M. Schultze* die Angabe gemacht, dass auf der *Membrana basilaris* unter dem *Corti*'schen Organe eine breite Lage von längsziehenden, d. h. der Axe des Schneckencanales gleichverlaufenden, varicösen Nervenfädchen mit zahlreichen eingestreuten kleinen bipolaren Nervenzellen sich finde, ich zeigte jedoch, dass dieses Lager an der tympanalen Seite der *M. basilaris* gelegen ist, und deutete die Zellen als Bindegewebskörperchen. Dieser meiner Behauptung gegenüber hat *Max Schultze* seine Angabe aufrecht erhalten und sich theils auf die übereinstimmenden Untersuchungen von *Deiters*, theils darauf berufen, dass das Vorkommen von varicösen Ausläufern an den fraglichen Zellen ganz bestimmt für die nervöse Natur derselben spreche. Hierauf habe ich Folgendes zu erwidern. Für's Erste bleibe ich ganz bestimmt dabei stehen, dass varicöse Ausläufer und zwar auch mit mehreren spindelförmigen Anschwellungen an gewissen nicht nervösen Zellen vorkommen und durchaus kein entscheidendes Merkmal sind, denn es ist gar nicht abzusehen, warum Ausläufer zarter eiweissreicher Zellen überhaupt solchen Veränderungen nicht unterworfen sein sollten, und dann habe ich Varicositäten theils an entschiedenen Bindegewebskörperchen des Periostes des Schneckencanales, theils an embryonalen Bindesubstanzzellen beobachtet, und ebenso hat *H. Müller* dieselben an den schönen sternförmigen Bindesubstanzzellen der *Cephalopoden* sehr ausgeprägt wahrgenommen. Für's Zweite, was die Beobachtungen von *Deiters* anlangt, der sich selbst als Bestätiger der *Schultze*'schen Angaben hinstellt, so betreffen dieselben etwas ganz Anderes, als das, was *Schultze* beschrieben hat. *Deiters* spricht von Längszügen varicöser Nervenfädchen, von denen er ausdrücklich sagt, dass sie keinerlei andere Elemente enthalten, *Schultze* dagegen von einem Lager solcher, das viele bipolare Zellen führe, und ist somit klar, dass Beide nicht dasselbe meinen. Da nun ein Lager, wie es *Schultze* beschreibt, in der That unter der *M. basilaris* sich befindet, und es bei der Zartheit dieser Haut sehr leicht ist, sich über die Lage der mit ihr verbundenen Theile zu versehen, so glaube ich, *Schultze* nicht Unrecht zu thun, wenn ich immer noch seine Angaben auf dasselbe beziehe, um so mehr, als die *Deiters*'schen Züge nach meinen Erfahrungen nie an der *M. basilaris* sitzen bleiben, wie die von *Schultze* gesehenen Bildungen, und derselben gar nicht aufliegen, sondern dem *Corti*'schen Organe fest anhaften. Ebenso muss ich für einmal dabei bleiben, dass dieses Lager nicht nervös ist, obschon ich zugebe, dass die Varicositäten an den Zellenausläufern oft sehr zierlich sind, denn wir kennen bis jetzt keine Thatsache, welche darauf hindeutete, dass Zweige der Schneckennerven in das Periost der *Scala tympani* eintreten. Auf der andern Seite habe ich gezeigt, dass die *Scala tympani* ursprünglich ganz von einem Netze von Bindegewebskörperchen erfüllt ist und als Rest dieser glaube ich das von *Sch.* entdeckte Lager ansehen zu müssen. Uebrigens hat *Sch.* offenbar auch Theile der von *Deiters* geschilderten Nervenzüge gesehen, und ist er auf jeden Fall der Erste, der die

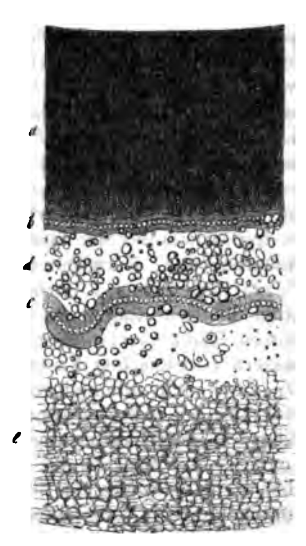


Fig. 520.

Fig. 520. Anfang der *Lamina basilaris* von unten, vom Ochsen. Syst. 7, Ocular 1 von *Nachet*. *a*. Region der dunkelrandigen Schneckennerven, *b. c.* zwei *Vasa spiralia interna* mit scheinbar verdickten Wänden, *d*. Lage von Kalkkörpern, *e*. Lage von Zellen mit varicösen Fortsätzen, ungefähr der Region des *Corti*'schen Organes entsprechend.

Fortsetzung der durch die Löcher der *Habenula perforata* getretenen Schneckennerven in den Schneckencanal hinein beobachtet hat.

Die ausführlichen Angaben von *Deiters* über den Verlauf dieser Nerven kann ich nach wiederholten Untersuchungen nach mehrfachen Seiten bestätigen und theile ich nun noch das hierauf Bezügliche mit. Ich unterscheide wie *Deiters* Querzüge und Längszüge, verwende jedoch diese Bezeichnungen gerade umgekehrt wie *Deiters*, indem für mich die Axe des Schneckencanales die Längsaxe ist. Die *Fibrae transversales* (*Fibrae longitudinales*, *Deiters*), sind die unmittelbaren Fortsetzungen der zu den Löchern der *Habenula perforata* heraustretenden Endzweige der Schneckennerven und zerfallen in zwei Abtheilungen. Ein Theil derselben tritt sofort zwischen den Anfängen der innern *Corti*'schen Fasern auf die *M. basilaris* (*Habenula tecta mihi*) und verläuft auf dieser bis zu den Enden der äussern *Corti*'schen Fasern, um hier wahrscheinlich mit dem äussersten Zuge der *Fibrae longitudinales* sich zu verbinden. Ein andrer Theil der *Fibrae transversales* steigt auf den innern *Corti*'schen Fasern in die Höhe, gedeckt vom Epithel des *Sulcus spiralis* und endet vielleicht zum Theil hier in Verbindung mit den noch zu beschreibenden, von *Deiters* entdeckten Haarzellen. Eine andere Abtheilung dieser Fasern geht aber zwischen den innern *Corti*'schen Fasern an die tiefe Seite derselben und scheint ihnen anliegend in die längsverlaufenden Züge sich fortzusetzen. Diese Züge kann ich für den Menschen, den Ochsen und die Katze bestätigen, doch ist es mir noch nicht gelungen, in meinen Beobachtungen bei diesen Geschöpfen einen Einklang zu erzielen. Bei den ersten beiden fand ich *Fibrae longitudinales* (*Fibrae transversales, Deiters*) 1) unterhalb der Mitte der innern Fasern, 2) unterhalb der Verbindung der beiderlei Fasern und 3) unterhalb des letzten Drittheiles der äussern Fasern. Bei der Katze sah ich solche Fasern bisher mit Sicherheit nur: 1) zwischen der Mitte der äussern *Corti*'schen Fasern und der ersten Reihe *Corti*'scher Zellen, 2) zwischen der ersten und zweiten Reihe *Corti*'scher Zellen in einer Linie mit den Enden der äussern *Corti*'schen Fasern und 3) zwischen der zweiten und dritten Reihe *Corti*'scher Zellen oder besser deren Ausläufern jenseits der Ansätze der äussern *Corti*'schen Fasern. Die Gruppen 1) und 2) der Bündel bei der Katze erwähnt *Deiters* nicht, die andern alle hat er gesehen. — Dass die *Fibrae longitudinales* aus den *Fibrae transversales* hervorgehen, habe auch ich wie *Deiters* in einzelnen Fällen gesehen, ebenso kann ich wie er angeben, dass dieselben den *Corti*'schen Fasern dicht anliegen, soweit sie mit denselben zusammenhängen, dagegen bin ich nicht im Stande, über die letzte Endigung aller erwähnten Fasern bestimmte Aufschlüsse zu geben, immerhin mache ich in dieser Beziehung auf Folgendes aufmerksam.

1) Es ist mir oft vorgekommen, als ob die Längszüge der varicösen Fädchen aus einem feinsten Netzwerke, ähnlich dem im elektrischen Organe von *Torpedo*, bestünden, doch habe ich niemals die volle Ueberzeugung mir zu verschaffen vermocht, dass wirklich ein solches Netz da ist, und sieht man anderseits an frischen in *Humor vitreus* untersuchten Theilen die Züge oft deutlich auf grössern Strecken längsfaserig.

2) Es finden sich in der Schnecke an bestimmten Stellen eigenthümliche Zellen mit starren Härchen, die an die Härchen des *Vestibulum* erinnern und möglicher Weise mit den Enden des Schneckennerven zusammenhängen. Solche »Haarzellen« (nicht zu verwechseln mit den *Deiters*'schen Haarzellen des *Corti*'schen Organes, die ich »*Deiters*'sche Zellen« nannte) finden sich *a*) über den Gelenkenden der innern *Corti*'schen Fasern und *b*) im *Corti*'schen Organe selbst, wo die drei Reihen *Corti*'scher Zellen es sind, die Haare tragen. Die erstern oder die innern Haarzellen hat *Deiters* entdeckt und geht deren Stellung am besten aus der Fig. 521 hervor. Dieselben liegen den Enden der innern *Corti*'schen Fasern auf, so jedoch, dass die Gelenktheile derselben frei bleiben, und bilden zugleich die äussersten Zellen des Epithels, das den *Sulcus spiralis* erfüllt und, wie ich entgegen *Deiters* finde, auch die innern *Corti*'schen Fasern bedeckt. Die vordern Enden dieser länglichen grössern und sehr zarten Zellen, von denen immer Eine zwei innern *Corti*'schen Fasern entspricht, grenzen sich bogenförmig gegen die *Corti*'schen Fasern ab, welche Linie *Deiters*, wie mir scheint, nicht richtig als die innere Grenze der Platte der *Lamina reticularis* ansieht, die hintern (innern) Enden dagegen sind verschmälert (nach *Deiters* zugespitzt) und verlieren sich in der Tiefe im Epithel. Die Haare dieser Zellen, steife, mässig starke Gebilde von 6,7 μ Länge (in *Humor vitreus* untersucht), stehen in einer leicht bogenförmigen Linie auf der vordern Endfläche der Zellen und erscheinen von oben wie ein dunkler Streifen, den *Deiters*, wie [illegible]int, als »Schlusslinie« seiner untern Bogen

der *Pars membranosa laminae reticularis* beschreibt (l. c. S. 45 und 93). — Eine Bewegung der Haare habe *ich* wie *Deiters* auch an ganz frischen in *Humor vitreus* untersuchten Stücken stets vermisst.

Die äussern Haarzellen sind nichts Anderes als die *Corti*'schen drei Zellenreihen. Die ersten Angaben, dass in dieser Gegend des *Corti*'schen Organes wimperartige Bildungen vorkommen, hat wieder *Deiters*, wenn man von einer Angabe *Leydig*'s (Histologie, Fig. 138) über das Vorkommen von je Einem kurzen dicken Stachel an diesen Zellen absieht. Nach *Deiters* (l. c. S. 51 und 58) finden sich an der *Lamina reticularis* an bestimmten Stellen feine Cilien, von denen es schwer zu entscheiden ist, ob sie der *Lamina* selbst oder den *Corti*'schen Zellen angehören, indem sie bald an der einen und bald an den andern ansitzend getroffen werden. Diese Cilien sitzen an dem untern Balken der Kreise der *Lamina reticularis* an, an welchem auch die *Corti*'schen Zellen anhaften, von denen *Deiters* annimmt (S. 57), dass sie an dieser Stelle abgeplattet seien. — Ich kann die Zweifel beseitigen, die *Deiters* geblieben sind, und darf mit Bestimmtheit behaupten, dass die fraglichen Haare (Fig. 521) an den *Corti*'schen Zellen sitzen, doch muss ich, indem ich diess thue, einige Angaben dieses Forschers berichtigen. Die *Corti*'schen Zellen sitzen nicht einem Balken der Ringe platt an, sondern füllen mit ihrem Ende die Ringe ganz aus und sind auch sonst nicht platt. Diess sieht man an ganz frischen Stücken leicht, an denen sie immer als feinkörnige, dunklere, die Ringe ganz einnehmende Massen erscheinen und auch in der Tiefe kreisrunde Querschnitte zeigen. Die Haare nun sitzen so ziemlich in der Mitte dieser Endfläche in einer bogenförmigen Linie und erscheinen von oben gesehen als ein dunkler Bogen, welcher von *Deiters* als ein Theil der *Lamina reticularis* beschrieben wurde (l. c. S. 49. Fig. 11, 16 *a* und *d*). Dieser Bogen erscheint allerdings häufig so, wie *Deiters* ihn zeichnet, als ein hufeisenförmiger auffallend dunkler Balken, den ich jedoch mit seinen Enden immer frei und nie an den hintern (innern) Balken der Kreise geheftet sah, hat man jedoch ganz frische Theile in *Humor vitreus* vor sich, so sieht man denselben, wie die Fig. 521 darstellt, von feinen Puncten gebildet, deren ich bei starker Vergrösserung ungefähr 20 zählte, und bekommt auch häufig Seitenansichten, die zeigen, dass die Puncte Haare sind. Ausserdem habe ich diese Haare nun auch noch an freien *Corti*'schen

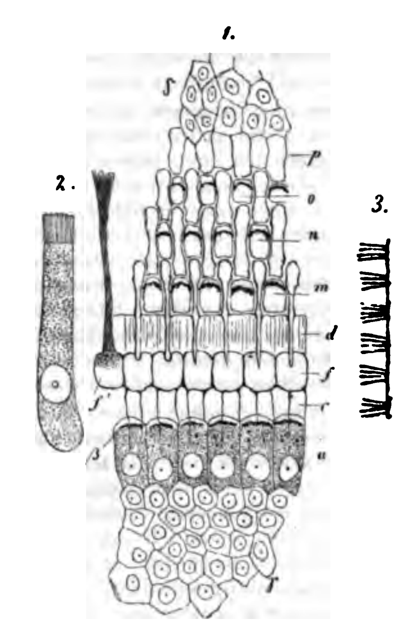


Fig. 521.

Fig. 521. Vom *Corti*'schen Organe der Katze frisch in *Humor vitreus*. 540mal vergr. 1. *Corti*'sches Organ von oben. Die Buchstaben *c*, *f*, *d*, *m*, *n*, *o*, *p* bedeuten dasselbe wie in Fig. 513, nur sind bei *m*, *n*, *o* die Haare der *Corti*'schen Zellen als dunkle Bogenlinien gezeichnet und die helle Platte der *Lamina reticularis d*, die nicht ganz dargestellt ist, feinstreifig, wie diess auch gesehen wird. *f'*. Gelenktheil einer äussern *Corti*'schen Faser mit feinen Puncten an der Abgangsstelle der Faser, die ich als Beweis ansehe, dass die Faser in der That aus Fibrillen besteht. *α*. Innere Haarzellen mit *β* ihren Haaren, den vordersten Theil des dicken Epithels im *Sulcus spiralis* *γ* bildend, welches die innern *Corti*'schen Fasern bis zu den Gelenktheilen bedeckt. *δ*. Vorderster Theil des Netzwerkes der *Lamina reticularis*, jenseits der Schlussringe *p* entschieden den Grenzlinien der *Corti*'schen Epithelzellen jenseits des *Corti*'schen Organes entsprechend. 2. Eine *Corti*'sche Zelle mit ihren Haaren ohne sichtbaren fadenförmigen Anhang. 3. Seitenansicht der *Lamina reticularis* mit den Haarbüscheln der *Corti*'schen Zellen.

Zellen gesehen, die nichts von der *Lamina reticularis* an sich tragen (Fig. 521, 2), und glaube ich somit meine Behauptung, dass die *Corti*'schen Zellen selbst wirklich haartragend sind, hinreichend begründet zu haben. Die von *Deiters* richtig beobachtete Thatsache, dass die Haare oft wie an der *Lam. reticularis* sitzen, erkläre ich durch die Annahme, dass die *Corti*'schen Zellen oft so abreissen, dass ihre Endflächen in den Ringen sitzen bleiben, was zugleich zeigt, dass sowohl *Böttcher* Recht hat, der die Ringe ausgefüllt nennt, als *Deiters*, der dieselben, wie *ich*, als Lücken auffasst. — Die Haare der *Corti*'schen Zellen haben dieselben Eigenschaften, wie die der innern Haarzellen, messen frisch in *Humor aqueus* 6,7 μ, sind unbeweglich und in Reagentien fast ebenso vergänglich.

Die weitere Untersuchung über die Nervenenden in der Schnecke wird nun vorzüglich diese zwei Gruppen auffallender Haarzellen zu berücksichtigen haben, um so mehr, da solche Haarzellen auch bei Vögeln und Amphibien vorkommen (*Deiters*, *C. Hasse*) und, wie mir scheint, auch hier ihre Haare durch Lücken einer *Cuticula* hervorstehen. Trotz der schönen Untersuchungen von *Deiters* werden vielleicht doch erneuerte Untersuchungen über das fadenförmige Ende der *Corti*'schen Zellen etwas ergeben, was für die schon von *mir* und *M. Schultze* angedeutete Vermuthung spricht, dass diese Zellen zu den Nervenenden Bezug haben. Allerdings ist nicht zu bezweifeln, dass Fortsätze der Zellen unter der *Lamina reticularis* (*Corti*'sche und *Deiters*'sche Zellen) in der von *Deiters* geschilderten Weise an die *M. basilaris* sich anheften, und habe ich mich hiervon zur Genüge überzeugt, dagegen ist es mir bisher noch nicht gelungen, mich davon zu vergewissern, dass die Fortsätze der beiderlei Zellen sich hierbei mit einander vereinigen, und scheint mir hier noch ein Feld für weitere Forschungen offen zu sein.

Die sonstigen Angaben *Deiters*' über bindegewebige Apparate unter dem *Corti*'schen Organe und andere mit den Nervenenden in Verbindung stehende Theile dieser Gegend übergehe ich hier, indem ich auf seine Schrift verweise, und bemerke nur, dass es mir bei meinen neuesten Untersuchungen nicht gelungen ist, auf der *M. basilaris* etwas Anderes als Epithel, Cuticularbildungen und Nervenfädchen zu finden mit Ausnahme eines Falles, der mir noch ganz dunkel ist. In der letzten halben Schneckenwindung der Katze liegt bestimmt auf der *M. basilaris* und unter dem Epithel jenseits des *Corti*'schen Organes ein lockeres System von queren, d. h. in der Richtung der dunkelrandigen Schneckennerven verlaufenden, varicösen Fäserchen mit eingestreuten Zellen, das viel schöner und deutlicher ist, als die ähnlichen längsziehenden Elemente unter der *M. basilaris*. Ursprung, Ende und Bedeutung dieser Züge ist mir bis jetzt ganz unbekannt geblieben, doch verdienen dieselben gewiss weitere Beachtung.

Zum Schlusse erwähne ich nun noch Einiges auf die drei Räume der Schnecke Bezug habende. Dass der Schneckencanal überall von einem Epithel ausgekleidet ist, wurde schon oben angegeben, und will ich nur noch beifügen, dass beim Ochsen das Epithel der *Habenula sulcata* (unter dem Anfange der *Corti*'schen Haut) und namentlich das der *Reissner*'schen Haut mehr weniger bräunlich gefärbt ist. — Was die *Scalae* anlangt, so glaubte ich früher, bevor ich den *Canalis cochlearis* kannte, ein Epithel als Auskleidung derselben annehmen zu dürfen, es ist mir aber jetzt wenigstens für den Ochsen ganz zweifelhaft geworden, ob irgendwo ein solches sich findet, und kann ich bestimmt angeben, dass ich an der tympanalen Seite der ganzen *Lamina spiralis* und an der vestibulären Seite der *Zona ossea* ein solches vergeblich gesucht habe. Ebenso vermisste ich dasselbe bei neuen Untersuchungen an der vestibulären Seite der *Reissner*'schen Haut und am Perioste der *Scala vestibuli* und *tympani* in der Nähe der Anheftungsstellen der *M. basilaris* und *Reissneri*. Erinnert man sich an die Entwicklung der *Scalae* durch Schwund einer ursprünglich ihre Stelle vertretenden gallertigen Bindesubstanz, so kann der Mangel eines Epithels, wenn er sich bestätigt, nicht befremden, und wäre eher das Gegentheil bemerkenswerth, in welcher Beziehung ich jedoch zu erinnern habe, dass ich beim Menschen ein sehr plattes und zartes Epithel sowohl auf der *Reissner*'schen Haut und sonst in den *Scalae*, mit Ausnahme der tympanalen Seite der *M. basilaris*, wahrgenommen habe. Nach diesem wird es wohl nöthig, sowohl in der Schnecke als im Vorhofe von Neuem, und vor allem unter Anwendung von Höllenstein, nachzusehen, ob das Periost ein Epithel besitzt, um so mehr, da bei letzterem von den eingeschlossenen Theilen (*Can. semicirculares* etc.) ohnehin feststeht, dass sie einer solchen Bekleidung ermangeln.

Mit Bezug auf die wichtige vergleichende feinere Anatomie der Schnecke verweise ich auf die schönen Arbeiten von *Deiters* und *Hasse*, und bemerke nur, 1) dass der

letzte Autor im Wesentlichen den von *mir* in der 4. Aufl. S. 719 gegebenen Andeutungen über die Analogien der Schnecke der Vögel und Säuger sich angeschlossen hat, und 2) dass derselbe bei Vögeln die Endigung der Nerven in haartragenden Zellen auf der *Membrana basilaris* bestimmt nachgewiesen zu haben glaubt.

Beim Ochsen liegen besonders in der Gegend des *Vas spirale internum* zahlreiche Kalkconcretionen an der *M. basilaris*, viele deutlich in Zellen (Fig. 520). Das *Vas spirale* selbst hat hier immer wie eine verdickte, nach aussen wellenförmig begrenzte helle Umhüllung, welche, wie *Deiters* richtig angibt, ein unmittelbarer Auswuchs der *M. basilaris* ist. Ausserdem kommen an der tympanalen Seite dieser Haut in dieser Gegend noch viele kleine warzen- und drusenförmige Auswüchse vor, die an ähnliche Bildungen auf den Glashäuten des Auges erinnern. *Henle* hat von diesen von mir schon in der 4. Aufl. beschriebenen Warzen in seiner *Splanchn.*, Fig. 614, Abbildungen gegeben, und auch *Löwenberg* sind sie nicht entgangen. — In der *Zona pectinata* sah ich bei Embryonen im äussern Theile viele regelmässig gestellte Zellenkerne, wahrscheinlich Reste von Zellen, die in dieser Haut ursprünglich vorhanden sein mögen.

Das Bindegewebe besteht, wie ich noch einmal bestimmt hervorhebe, in allen Theilen des Labyrinthes, überall wo es weicher ist, aus Netzen sternförmiger Zellen, die z. Th. blass, z. Th. pigmenthaltig sind, Elemente, die namentlich von *Henle* und *Reichert* verkannt wurden und bei letzterem zu eigenthümlichen Verwechselungen mit Epithel Veranlassung gegeben haben. — Die innerste Lage des Knochengewebes, gegen die Höhlen des Labyrinthes, besteht aus einer eigenthümlich porösen glasartigen Lamelle, die *Corti* schon bekannt war (p. 145), doch deutete er die Lücken als Zellen, was mir nicht richtig zu sein scheint. Gute Abbildungen dieser Lage hat *Henle* (Fig. 598, 616) und auch *Löwenberg* deutet dieselbe wie *Henle* und *ich* (*Lame spirale* pag. 13).

Zur Untersuchung des Gehörorgans, welche nur beim Labyrinthe, hier jedoch sehr bedeutende Schwierigkeiten darbietet, sind unumgänglich vollkommen frische Stücke, am besten eben getödteter Thiere, nöthig, und ist bei denselben zur Befeuchtung nur *Serum*, *Humor vitreus* oder verdünnte Zuckerlösung zu verwenden, wenn man die Theile ganz regelrecht sehen will. Ausserdem sind auch Chromsäure oder verdünnte Salzsäure für Manches sehr tauglich. Weiter kommt es dann vorzüglich auf eine gewisse Uebung im Blosslegen und Ablösen der zarten Theile, um die es sich hier handelt, an und auf viel Geduld, weil es häufig dem Zufall überlassen bleibt, ob dieses oder jenes Verhältniss zur Anschauung kommt oder nicht. Um die Nervenplexus der *Zona ossea* der Schnecke zu sehen, muss man dieselbe durch verdünnte Salzsäure ihrer Kalksalze berauben, wogegen bei den Ganglienzellen dieser Gegend nur ein sorgfältiges Zerrupfen der knöchernen Zone in einer unschädlichen Flüssigkeit zum Ziele führt. Wichtig sind senkrechte Schnitte, die man entweder an abgelösten und mit verdünnter Salzsäure ausgezogenen Spirallamellen von Chromsäurestücken oder an ganzen in dieser Weise behandelten Schnecken ausführt. Letztere werden nur dann gut, wenn sie lange Zeit in Chromsäure gelegen haben und dann möglichst allmählich mit Salzsäure erweicht werden, und gelingen am besten bei Embryonen, bei denen das Epithel fester haftet und in früheren Zeiten die Salzsäure entbehrlich ist. Solche Schnitte sind zur genauen Erforschung des *Canalis cochlearis* unumgänglich nöthig, doch sieht man denselben ganz gut an frischen Schnecken mit der Lupe unter Flüssigkeit. Meine Untersuchungen sind vor allem an der Schnecke des Ochsen angestellt, wegen der Leichtigkeit, mit der die Pyramiden dieses Thieres aus dem Schlachthause zu erhalten sind, doch taugen dieselben nicht für alle Theile, und empfehle ich für die zarten Zellenbildungen auf der *M. basilaris* die Schnecken von Hunden und Katzen. Zur Erforschung des *Canalis cochlearis* empfehlen *Böttcher*, *Hensen* und *Löwenberg* das Ausgiessen der Schnecke mit Gelatine, die auch in den *Canalis cochl.* transsudiren soll (*Hensen*); die knöchernen Theilen werden mit dem Messer sorgfältig entfernt und der Leimausguss zu feinen Schnitten verwendet.

Literatur. *E. Huschke*, in *Fror.* Not. 1832. Nr. 707. *Isis* 1833. Nr. 18. 34; *K. Steifensand*, in *Müll.* Arch. 1835; *S. Pappenheim*, Die specielle Gewebelehre des Gehörorgans. Breslau 1840, und *Fror.* Not. 1839. Nr. 131. 134 und 195; *G. Breschet*, *Recherches sur l'organe de l'ouïe dans l'homme et les animaux vertébrés.* 2. *Edit.* Paris 1840;

E. Krieger, *De otolithis*. Berol. 1840; *Wharton Jones*, *The Organ of hearing*, in *Todd's Cyclopaedia*. Vol. II. 529; *J. Hyrtl*, Ueber das innere Gehörorgan des Menschen und der Säugethiere. Prag 1845; *A. Corti*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. III. p. 109; *Reissner*, *De auris internae formatione*. Dorp. 1851; *E. Harless*, Art. Hören, in *Wagn*. Handw. der Physiologie IV. S. 311, und Münchn. Gel. Anzeiger. 1851. Nr. 31 und 37; *Stannius*. in Gött. Nachr. 1850. Nr. 16. Ibid. 1851. Nr. 17; *Kölliker*, Ueber die letzten Endigungen des *Nervus cochleae* und die Function der Schnecke. Gratulat. an *Fr. Tiedemann*. Würzb. 1854; *Reissner*, in *Müll*. Arch. 1854. S. 420; *Claudius*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VII. S. 154; *Böttcher*, *Obs. micr. de rat., qua nervus cochleae terminatur*. Dorp. 1856, und *Virch*. Arch. XVII. S. 243 u. XIX. S. 224 u. 450; *H. Reich*, in *A. Ecker*'s Unters. zur Ichthyolog. Freib. 1857. S. 24 (Petromyzon); *M. Schultze*, in *Müll*. Arch. 1858. S. 343; *v. Tröltsch*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. 1857. IX. S. 91, in Arch. f. path. Anat. XIII. S. 513; Die Anatomie des Ohres. Würzb. 1851; *Gerlach*, Mikr. Untersuchungen des Trommelfelles in s. Mikr. Studien. 1858. S. 53; *A. Magnus*, in *Virch*. Arch. XX. S. 19; *O. Deiters*, Unters. über die *Lam. spir. membran*. Bonn 1860, und in *Virch*. Arch. XIX. S. 445; ferner in *Müll*. Arch. 1860. S. 405; Ibidem 1862. S. 262 (Vögel und Amphibien); *A. Kölliker*, in Würzb. naturw. Zeitschr. II. S. 1 (embryonal. Schneckencanal); *Fr. E. Schulze*, in *Müll*. Arch. 1862. S. 381 (Fische und Amphibien); *R. Hartmann*, in *Müll*. Arch. 1862. S. 508 (Fische); *G. Lang*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XIII. 1863 (Cyprinoiden); *Voltolini*, Die Zerlegung und Untersuchung des Gehörorganes an der Leiche. Breslau 1862, u. in *Virch*. Arch. XXVIII. S. 227; *Hensen*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XIII. S. 319—481, XVI. S. 190 (Decapoden, Locusta, Säuger); *Vietor*. Ueber den *Canalis ganglionaris* der Schnecke der Säuger. Marb. 1863. *Diss.*; auch in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XXIII. S. 237; *M. Odenius*, in Arch. f. Ohrenheilk. 1864. S. 92, und Arch. f. mikr. Anat. III. S. 115; *Reichert*, in Abh. d. Berl. Akademie 1864. auch Separat. Beitr. z. f. Anat. der Gehörschnecke. Berlin 1864; ferner in Berliner Monatsber. 1864. S. 479; *Löwenberg*, in *Gaz. hebdomad*. 1864. Nr. 42, auch Separat. Paris 1864, *Masson* und im Arch. f. Ohrenheilk. I. S. 175; ferner im *Journal de l'Anatomie*. 1866. T. III. p. 605, auch Separat. Paris 1867. *Baillière*; *Rüdinger*, Atlas des menschl. Gehörorganes. 1. Liefer. München 1866, dann im ärztlichen Intelligenzblatte 1865. Nr. 37. 1866. Nr. 25, und Arch. f. Ohrenheilk. II. S. 1; *Bochdalek*, in Prag. Vierteljahrsschr. 1866. I. S. 33; *J. Gruber*, in Oesterr. Zeitschr. f. pr. Heilk. 1866. Nr. 49; Anat.-phys. Studien über das Trommelfell und die Gehörknöchelchen. Wien 1867; *Bochdalek* jr., in Oesterr. Zeitschr. f. pr. Heilk. 1866. Nr. 32. 33; *L. Mayer*, Studien über die Anatomie des *Canalis Eustachii*. München 1866; *C. Hasse*, *De cochlea avium*. Kiliae 1866. *Diss.*; ferner in Zeitschr. f. wiss. Zool. XVII. S. 56, 461, 598, 646 (Vögel, Amphibien, Säuger); *C. Prussak*, in med. Centralbl. 1867. Nr. 15; *v. Tröltsch*, Lehrb. der Ohrenheilkunde. 3. Aufl. Würzb. 1867 u. Arch. f. Ohrenheilk. Bd. II. S. 214; *H. W. Middendorp*, *Het vliezig slakkenhuis*. Gröningen 1867 (konnte nicht mehr benutzt werden). — Ausserdem sind zu vergleichen die allgemeinen Werke von *Krause*, *Huschke*, *Arnold*, *Todd-Bowman*, *Remak* (Entwickelungsgeschichte), *mir*, die *Icones org. sensuum* von *Arnold*, die *Icon. phys.* von *A. Ecker*, die Anatomien von *Henle* und *Luschka*.

III. Vom Geruchsorgane.

§. 228.

Das **Geruchsorgan** besteht aus den zwei von Knochen und Knorpeln gestützten und von einer Schleimhaut ausgekleideten **Nasenhöhlen** und einer gewissen Zahl von Nebenhöhlen, nämlich den *Sinus frontales*, *sphenoidales*, *ethmoidales* und dem *Antrum Highmori*. Von allen diesen Räumen dienen jedoch dem Geruche selbst nur die obersten Theile der Nasenhöhlen, wo der Geruchsnerv sich ausbreitet, während die andern entweder einfach Zuleitungscanäle sind und zugleich bei der Respiration sich betheiligen, oder wenigstens einer unmittelbaren Beziehung zur Sinnesthätigkeit ermangeln.

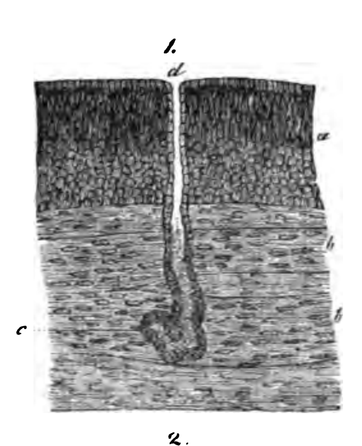
Die genannten Hartgebilde zeigen nicht viel Bemerkenswerthes und ist von den Knochen nur das zu erwähnen, dass sie am Siebbeine an den dünnsten Stellen nur

aus einer Grundsubstanz und Knochenzellen ohne *Havers*'sche Canäle bestehen. Die Knorpel der Nase sind wahre Knorpel und gleichen am meisten denen des Kehlkopfs, nur dass der Inhalt der Knorpelzellen meist sehr blass und fettarm, die Zellenwände wenig verdickt und die Grundsubstanz fein körnig ist. Unter dem *Perichondrium* liegt auch hier eine Lage abgeplatteter Zellen, die an der Scheidewand bis 50 μ Dicke erreicht, während im Innern die Zellen mehr rundlich, grösser und reihenweise in der Richtung der Dicke des Knorpels angeordnet sind.

Von der Bekleidung dieser Theile mag zuerst die Haut der äussern Nase angeführt werden, welche durch die dünne *Epidermis* von 50—70 μ, eine straffe *Cutis* von 0,5 mm mit kleinen unentwickelten Papillen von 30—50 μ und feinen Härchen, so wie durch ein derbes 2 mm dickes, mit den Knorpeln innig vereinigtes Fettgewebe mit bis in dasselbe reichenden grossen Talgdrüsen und kleinen Schweissdrüsen von 0,16—0,2 mm sich auszeichnet. Diese äussere Haut mit ihren Talgdrüsen und mit stärkern Haaren (*Vibrissae*) zieht sich auch noch etwas in die Nasenhöhle hinein, ungefähr bis da, wo die knorpelige äussere Nase aufhört, so jedoch, dass nach *Ecker* das vordere Ende der untern Muschel und der vordere Theil des *Meatus narium inferior* hinter der *Apertura pyriformis* noch Pflasterepithel haben, und geht dann unmerklich in die Schleimhaut des Geruchsorgans über, welche alle übrigen Räume auskleidet, jedoch nicht überall dieselbe Beschaffenheit zeigt. Nach *Todd-Bowman*'s von mir und vielen Andern bestätigter Entdeckung nämlich zerfällt diese bei den Säugethieren in einen flimmernden und nicht flimmernden Theil, von welchen der letztere auf die obersten Theile der eigentlichen Nasenhöhlen, wo der Geruchsnerv sich ausbreitet, beschränkt ist; und daher die Geruchsschleimhaut im engern Sinne genannt werden soll, während die andere den alten Namen der *Schneider*'schen Haut beibehalten mag.

Fassen wir diese letztere zuerst ins Auge, so finden wir auch bei ihr, obschon ihr Epithel überall flimmert, doch nicht allerwärts denselben Bau, und kann man an ihr füglich die dickere drüsenreiche Schleimhaut der eigentlichen Nasenhöhle von der dünneren der Nebenhöhlen und des Innern der Muscheln unterscheiden. Das Epithel ist an beiden Orten ein geschichtetes Flimmerepithel, ähnlich dem des Kehlkopfs (Fig. 328), hier von etwa 40 μ Dicke, dort stellenweise bis 94 μ messend, beim Menschen mit blassen feinkörnigen Zellen, von denen die flimmernden äussersten bis 68 μ betragen und bei Thieren eine Strömung von vorn nach hinten erzeugen. Dann folgt eine der elastischen Elemente ganz ermangelnde oder wenigstens an solchen sehr arme, vorzüglich aus gewöhnlichem Bindegewebe zusammengesetzte eigentliche *Mucosa*, in welche in der eigentlichen Nasenhöhle sehr viele grössere und kleinere gewöhnliche traubenförmige Schleimdrüschen mit Drüsenbläschen von 45—90 μ und Cylinderepithel eingesenkt sind, so dass dieselbe stellenweise, namentlich an den Grenzen des Scheidewandknorpels und an den untern Muscheln, 2—4,5 mm Dicke besitzt. Uebrigens rührt die Dicke der Schleimhaut dieser Gegenden nicht einzig von den Drüsen, sondern auch, wie namentlich am Rande und dem hintern Ende der untern Muschel, von reichlichen von mir aufgefundenen fast cavernösen Venennetzen im Innern derselben her, so dass hier eine Art Schwellgewebe entsteht. In den Nebenhöhlen fehlen die Drüsen fast ganz, und habe ich dieselben bisher nur hie und da im *Antrum Highmori*, *Luschka* auch sehr spärlich in den *Sinus sphenoidales* und *ethmoidales* gefunden, wo dieselben in ihren Ausführungsgängen und Drüsenbläschen manchmal bis zu 6 mm grossen schleimhaltigen Cysten ausgedehnt waren. Abgesehen von diesen Stellen ist die *Mucosa* der Nebenhöhlen äusserst zart und von dem Perioste derselben nicht als besondere Schicht zu trennen, was in der Nasenhöhle selbst namentlich an den drüsenreichen Stellen trotz des innigen Zusammenhanges beider doch angeht. In pathologischen Fällen kann die Schleimhaut der Nebenhöhlen und zum Theil auch die der Muscheln Kalkablagerungen von verschiedener Ausdehnung darbieten, in Folge deren sie eine weisse Farbe annimmt (*ich*, *Virchow*. Entw. der Schädelgr. S. 41).

Die eigentliche **Riechschleimhaut** nimmt von allen Abschnitten des Geruchsorganes nur die obersten Theile der Scheidewand und der Seitenwände der eigentlichen Nasenhöhlen, wo die oberen Muscheln sitzen, ein, von der *Lamina cribrosa* an etwa 2,0—2,8 Cm abwärts. Dieselbe ist von der zunächst auf sie folgenden flimmernden *Mucosa* schon für das unbewaffnete Auge durch ihre grössere Dicke und Färbung unterschieden, welche letztere bald gelblich ist, wie beim Menschen, dem Schafe, Kalbe, bald gelbbraun oder braun, wie beim Kaninchen und Hunde, und begrenzt sich bei der mikroskopischen Untersuchung durch einen ziemlich bestimmten zackigen oder wellenförmigen Rand. Die Verschiedenheiten des Baues beruhen in der Beschaffenheit des Epithels, dem Vorkommen der von mir sogenannten *Bowman*'schen Drüsen, und dem Verhalten der Nerven. Das Epithel **flimmert bei Thieren nicht**, während **beim Menschen hier auch Flimmerzellen vorkommen können** und ist viel **dicker**, so dass es beim Schafe, wo das flimmernde Epithel 68 *μ* beträgt, 110 *μ* misst, und beim Kaninchen beide auf 90 *μ* und 150 *μ* sich stellen. Trotz dieser für ein *Epithelium* bedeutenden Dicke ist dasselbe ungemein zart und weich, und erhält sich nur in ganz bestimmten Lösungen (siehe unten) so, dass es in seinen einzelnen Theilen bestimmt zur Anschauung kommt. Nach den neuern Erfahrungen von *Eckhardt* und vor Allem von *M. Schultze*, welche letztern ich mit *Ecker* ganz bestätigen kann, ist dasselbe ein **einschichtiges Epithel** von sehr langen Zellen, zwischen denen noch andere zellenartige Bildungen, die wahrscheinlichen Enden des *Olfactorius* oder die sogenannten Riechzellen (*M. Schultze*) eingeschoben sind. Die Epithelzellen (Fig. 523. 1 *a*) sind im Allgemeinen so beschaffen, wie die langgestreckten Zellen von Flimmerepithelien, mit dem Unterschiede jedoch, dass ihre fadenförmigen unregelmässig begrenzten Ausläufer bis zur Schleimhautoberfläche herabreichen, und am untern Ende meist gabelförmig gespalten oder selbst mit mehrfachen Ausläufern versehen sind, ja selbst mit denen benachbarter Zellen sich verbinden. Die Kerne dieser Zellen sind länglichrund, mit wenigen leicht sichtbarem *Nucleolus* und meist körnigem Inhalte, und die Zellen führen neben ihrem gewöhnlichen körnigen *Contentum* eine gewisse Zahl von je nach den Geschöpfen gelb oder braun gefärbten **Farbkörnchen**, von denen die oben berührte Farbe der *Regio olfactoria* einem guten Theile nach abhängt.



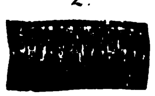


Fig. 522.

Viel schwerer zu erforschen sind die **Riechzellen** (Fig. 523, 1 *b*, 3). Dieselben stellen, wie *M. Schultze* sie mit Recht beschreibt, langgestreckte spindelförmige Gebilde dar, die von dem mittlern Zellenkörper aus, der einen rundlichen hellen Kern mit deutlichem *Nucleolus* und keinen Farbstoff enthält, nach beiden Seiten in feine fadenförmige Fortsätze auslaufen. Der äussere Fortsatz ist etwas dicker, zieht zwischen den breiten Theilen der Epithelzellen nach aussen bis zur Endfläche derselben und zeigt hier an Chromsäurestücken noch einen kurzen, die Epithelzellen überragenden Fortsatz, wie ein feines Stiftchen, der jedoch nach *M. Schultze*'s Erfahrungen durch die Chromsäurewirkung heraus-

Fig. 522. Aus der Nasenschleimhaut des Schafes, 150 mal vergr. 1. Aus der *Reg. olfactoria*, Durchschnitt der Schleimhaut. *a.* Epithel ohne Flimmern, *b.* zwei Aeste des Geruchsnerven, *c. Bowman*'sche Drüse, *d.* Oeffnung derselben. 2. Flimmerepithel der *Schneider*'schen Haut.

[illegible]ollener Inhalt ist und an ganz frischen Zellen fehlt. Der innere Fortsatz ist [illegible]eutend zarter, ein nur mit guten Linsen deutlich sichtbares Fädchen, an dem nach [illegible]omsäureeinwirkung von Stelle zu Stelle kleinere dunklere Varicositäten sich finden [illegible] manchmal auch an den äusseren Ausläufern zur Beobachtung kommen. Auch die [illegible]ern Ausläufer der Riechzellen, welche letztern in einfachen Zügen um die Epithel[illegible]len herumstehen und mit ihren Zellenkörpern mehr die mittleren und tieferen Theile [illegible]r Epithelialschicht einnehmen, reichen bis an die Schleimhaut und wird von ihren [illegible]ziehungen zum *Olfactorius* noch weiter die Rede sein. Zur Feuchthaltung und zum [illegible]hutze dieses Epithels sind bei Säugethieren in der ganzen Gegend, wo dasselbe [illegible]tzt, in grosser Zahl die *Bowman*'schen Drüsen vorhanden, was um so mehr auffällt, [illegible]ls die zunächst anstossende flimmernde Schleimhaut an [illegible]rüsen arm ist oder derselben ganz entbehrt. Diesel[illegible]ben sind einfache, entweder gerade oder an ihrem un[illegible]tern Ende leicht gewundene, 0,18—0,22 mm lange Röhren oder gestreckt birnförmige Säckchen, auch, wie bei der Katze (*M. Schultze*), mit zahlreichen seit[illegible]lichen Ausbuchtungen versehene, den *Meibom*'schen Drüsen ähnliche Schläuche (Fig. 522), welche vorzüg[illegible]lich zwischen den stärkeren Aesten der Geruchsnerven in gedrängten Reihen, zum Theil auch, wie an den un[illegible]tern Grenzen der Geruchsgegend, mehr vereinzelt lie[illegible]gen und am meisten an gewisse Formen der *Lieberkühn*'schen Drüsen und embryonaler Schweissdrüsen erinnern. Theilungen an den Schläuchen habe ich nicht wahrgenommen, doch wäre es leicht möglich, dass ich dieselben übersehen, da auch diese Organe sehr zart und veränderlich sind. Die röhrenförmigen Drüsen be[illegible]sitzen bei einem Durchmesser von 30—56 μ ein schönes einfaches Epithel von rundlich vieleckigen, 13—18 μ grossen Zellen, in denen mehr oder weniger gelbliche oder bräunliche Farbkörnchen enthalten sind, was mit die verschiedene Färbung der Riechschleimhaut bedingt. Ihre Aus[illegible]führungsgänge sind etwas schmäler (18—27 μ) als die Drüsengänge und steigen immer von rundlichen grössern Zellen ausgekleidet, gerade durch das Epithel, um an der Oberfläche desselben mit rundlichen, von einigen grossen Zellen [illegible] beim Kaninchen finden sich hier gestreckte Zellenformen, ebenso beim Schafe nach *M. Schultze* [illegible] umstellten Mündungen von 22 μ auszugehen. Das ausser diesen Drüsen die beim Menschen durch gewöhnliche einfache Schleimdrüsen vertreten sind (Würzb. Verh. V. [illegible]), was neulich auch *M. Schultze* bestätigt, [illegible] befindliche Gewebe ist, wie in den andern Gegenden, [illegible] ohne elastische Elemente und zeigt die *Mucosa* an ihrer Oberfläche eine deutliche *Basement membrane* (*Hoffmann*).

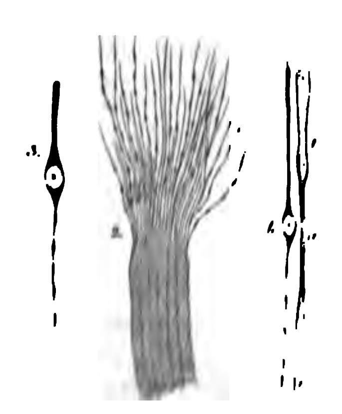


Fig. 523.

Die Nasenschleimhaut ist in der eigentlichen Nasenhöhle sehr reich an Gefäs[illegible]sen, weniger in den Nebenhöhlen [illegible] Endästen [illegible] um die Drüsen und [illegible] den Stämmen und Aesten der [illegible] Geflechte, theils an der Oberfläche der Schleimhaut selbst ein sehr dichtes Netz mit [illegible] oder wagerecht liegenden Schlingen, die auf den ersten Blick an Papillen glauben machen, welche jedoch nicht vorhanden sind. Auch die Aeste der Arterien verbinden sich [illegible] fach untereinander [illegible] der untern Muschel [illegible] schwammigen Geflechte [illegible]

Fig. 522. [illegible] Epithelzelle der *Regio olfactoria*. *b* Riechzelle. 2. Kleines Olfactoriusästchen des [illegible] einen Pinsel von Fädchen zerfallend. [illegible] Riechzelle vom Schafe [illegible]

feinere Verhalten der **Saugadern** der Nasenschleimhaut ist unbekannt. Die **Nerven** sind einmal Aeste des *Quintus* (*Ethmoidalis*, *Nasales posteriores*, Ast des *Dentalis anter. major*), welche besonders die flimmernde Gegend des Geruchsorgans versorgen und hier wie in andern sensiblen Schleimhäuten, des *Pharynx* z. B., sich verhalten, aber auch in die eigentliche *Regio olfactoria* heraufgehen und, wie **Remak**, **ich** und **Schultze** gesehen, selbst hie und da mit einzelnen dunkelrandigen Primitivröhren in der Bahn von Aesten der Geruchsnerven verlaufen. Der **Geruchsnerv** besitzt im *Tractus* und *Bulbus* dunkelrandige Röhren und in letzterem auch viele Nervenzellen. Die *Nervi olfactorii* dagegen enthalten beim Menschen und bei Säugethieren selbst in den vom Riechkolben abgehenden Hauptstämmen durchaus keine weissen markhaltigen Fasern, sondern bestehen durchweg aus blassen, mit länglichen Kernen versehenen, leicht körnigen, platten, 4—6,8 μ breiten Röhren, die fest zusammenhängen und von gemeinschaftlichen, an den *Rami ad septum* stärkeren und daher weissen, bindegewebigen Hüllen zusammengehalten werden.

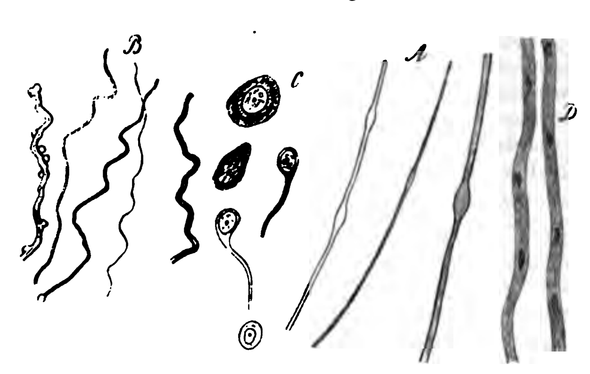


Fig. 524.

Ueber den Ursprung dieser den embryonalen Nervenelementen und den marklosen Sympathicusfasern sehr ähnlichen Fasern, von denen *M.* **Schultze** wahrscheinlich gemacht hat, dass sie innerhalb einer zarten Scheide aus noch feineren Fäserchen bestehen, und die gegen die Endäste in allmählich feinere Fäserchen von 1—2 μ übergehen, die zum Theil auch schon in den Stämmen sich finden, hat sich beim Menschen und bei Säugethieren noch durchaus nichts Bestimmtes ermitteln lassen, doch wird es nach den Erfahrungen von **Leydig** bei den Plagiostomen und denen von *G.* **Walter**, *M.* **Schultze** und *L.* **Clarke** bei Säugern wahrscheinlich, dass sie von den Nervenzellen des *Bulbus* herkommen, in welcher Beziehung freilich das Nähere noch zu ermitteln ist. Die Endigung der Nerven ist auch nicht ganz sicher ermittelt. So viel sieht man leicht, dass die *Nervi olfactorii* im Verlaufe in der Schleimhaut der *Regio olfactoria* unter vielfachen spitzwinkligen Theilungen immer feiner werden und ein Geflecht erzeugen, auch gelingt es, dieselben bis gegen die Oberfläche der Schleimhaut zu verfolgen, das eigentliche Ende jedoch war bis auf *M.* **Schultze** ganz unbekannt. Dieser Forscher hat zuerst beim Frosche und dann auch bei anderen Thieren es sehr wahrscheinlich gemacht, dass jede Olfactoriusfaser schliesslich in ein ganzes Bündel varicöser feinster blasser Fädchen ausgeht (Fig. 523), welche die Schleimhaut durchbohrend jedes mit einer Riechzelle sich verbinden.

Die Geschichte der bessern Untersuchungen über das Geruchsorgan beginnt mit **Todd-Bowman**, denen wir den Nachweis eines nicht wimpernden, wie sie glaubten, geschichteten Pflasterepithels in der *Regio olfactoria*, dann der grauen Fasern des *Olfactorius* und besonderer Drüsen verdanken. Diese Angaben wurden dann von mir bestätigt und zugleich die über das Epithel in der Art verbessert, dass ich in demselben das Vorkommen senkrecht

Fig. 524. Aus dem *Olfactorius* des Menschen, 350 mal vergr. *A*. Nervenröhren aus dem *Tractus* mit Wasser. *B*. Mit Zuckerwasser contrahirt erscheinend. *C*. Nervenzellen aus dem *Bulbus*. *D*. Nervenfasern aus den Aesten im Geruchsorgane.

stehender schmaler Zellen nachwies, ohne jedoch dazu zu gelangen, die Zusammensetzung desselben bestimmt zu ermitteln. Diess blieb erst der neuesten Zeit vorbehalten und gebührt vor Allem *Eckhardt* das Verdienst, mit Hülfe der Chromsäure nachgewiesen zu haben, dass das Epithel des Frosches, da wo der *Olfactorius* sich ausbreitet, einschichtig ist und zwei Arten von Zellen enthält, Epithelzellen mit langen Fortsätzen und besondere spindelförmige Fasern mit kernhaltigen Anschwellungen zwischen denselben. Ausserdem fand *Eckhardt* auch in dieser Gegend Wimpern von viel bedeutenderer Länge als an andern Stellen und verfolgte den *Olfactorius*, wie schon früher *v. Hessling* bis zu einer pinselartigen Auflösung der kleinsten Aeste zu Fäden von kaum den Bindegewebsfibrillen gleichen Durchmessern. Gestützt hierauf, stellte *Eckhardt* schliesslich den Satz auf, dass die Epithelialzellen der *Regio olfactoria* oder die zwischen denselben endenden Spindelzellen die wahren Enden der Geruchsnerven sind. Kurze Zeit nach *Eckhardt* machte dann auch *Ecker* neue Untersuchungen über das Geruchsorgan bekannt, welche ebenfalls das Vorkommen von langgestreckten Zellen im Epithel darthaten. Nach *Ecker* bilden beim Menschen Zellen, die den Epithelzellen *Eckhardt*'s entsprechen und mehrfach verästelte und knotige Fortsätze gegen die *Mucosa* hin besitzen (Riechzellen, *Ecker*), eine zusammenhängende oberflächliche Lage, zwischen denen mehr in der Tiefe noch andere rundliche und längliche Zellen sich finden, von denen die äussersten spindelförmigen, die Vertreter der 2. Zellenart von *Eckhardt*, mit Fortsätzen zwischen die Riechzellen hinein, jedoch nicht bis zur äussern Oberfläche des Epithels verfolgt wurden, und als Ersatzzellen bezeichnet werden. *Ecker* hält die Epithelialzellen mit ästigen Fortsätzen mit Wahrscheinlichkeit für die Enden des *Olfactorius*, mit welcher Annahme jedoch der von ihm selbst gefundene Umstand wenig übereinstimmt, dass diese Zellen beim Menschen nur an einer ganz beschränkten und stark gelbgefärbten Stelle (*Locus luteus s. Regio olfactoria, Ecker*) ganz oben, unten und hinten in der Nasenhöhle sich fanden, während der *Olfactorius* einen bedeutend grösseren Verbreitungsbezirk hatte.

Nachdem so durch diese Arbeiten die Bahn zu einer genaueren Erkenntniss des Baues der Geruchsschleimhaut eröffnet war, gelang es dann *M. Schultze*, diese Angelegenheit nahezu zum Abschlusse zu bringen. Nach den schönen auf alle Wirbelthierklassen ausgedehnten Untersuchungen dieses Forschers (Berl. Monatsb. 1856 und Unters. über den Bau der Nasenschleimhaut. 1862), gibt es bei allen Wirbelthieren in der Riechschleimhaut zweierlei anatomisch und physiologisch verschiedene Zellenformen. Die einen derselben, entsprechend den Epithelialzellen *Eckhardt*'s und den Riechzellen *Ecker*'s sind wirkliche Epithelialzellen; die andern, die zweite spindelförmige Zellenart von *Eckhardt* oder die Ersatzzellen *Ecker*'s, sind die wirklichen Enden des *Olfactorius*, die wahren Riechzellen. Die Epithelzellen sind zarte, wimpernfreie, bei Säugern leicht gefärbte Zellen, deren Form von *Eckhardt* und *Ecker* im Allgemeinen richtig beschrieben wurde, Elemente, die von den Wimperzellen der übrigen Nasenschleimhaut zwar durch ihre Länge, die meist bestimmtere Spaltung ihrer Anhänge und ihre Zartheit sich unterscheiden, aber doch auch Uebergänge zu denselben zeigen, und wie die gewöhnlichen Epithelzellen fast in jeder beliebigen Lösung von Chromsäure und doppelt chromsaurem Kali sich halten. Die Riechzellen haben eine andere ganz bestimmte Form, immer die oben beschriebenen varicösen Fädchen an der einen Seite und tragen bei gewissen Thieren (Vögel, Amphibien) an dem freien schmalen oder leicht knopfförmig verdickten Ende bestimmt geformte Anhänge, die Riechhärchen, *M. Schultze* (Fig. 523, 1 *b*). Die Fortsätze dieser Zellen und die haarförmigen Anhänge sind so zart, dass sie nur in ganz bestimmten Chromsäurelösungen ($^1/_4$—$^1/_{16}$ Gran auf die Unze Wasser, je nach den verschiedenen Thieren) sich erhalten, ja wie die Riechhärchen eigentlich nur ganz frisch unverändert zu sehen sind. Ausser diesen Thatsachen wurde nun von *Sch.* durch eine ganz genaue Untersuchung des mit Chromsäure behandelten *Olfactorius* noch ferner ermittelt, dass, wenigstens bei gewissen Geschöpfen, die letzten Aestchen desselben in Büschel von varicösen feinen Fädchen ausgehen, welche mit den innern Enden der Riechzellen ganz übereinstimmen, ja es gelang sogar in vereinzelten Fällen, den Zusammenhang beider fast vollständig zur Anschauung zu bringen.

So scheint nun endlich auch für dieses Sinnesorgan ein ganz besonderer Bau der die Eindrücke aufnehmenden Nervenenden dargethan zu sein, wie es nach den bei der *Retina* und dem Gehörorgane gemachten Erfahrungen vermuthet werden durfte. Freilich haben die Untersuchungen von *Seeberg*, *Hoyer*, *Erichsen*, *Gastaldi* und *Lockhard Clarke* zum Theil ganz Anderes ergeben als *Schultze* fand, zum Theil seine Angaben bestimmt

als unrichtig hingestellt, allein dieselben sind auf der andern Seite von *Ecker* (*Henle's* Jahresb. 1856. S. 117), *mir* (Sitzungsberichte der Würzb. physik.-medic. Gesellschaft 1858 und 3. Aufl. dieses Werkes S. 684) und *Balogh* bestätigt worden, und kann meiner vollsten Ueberzeugung nach darüber kein Zweifel bestehen, dass *Schultze* in den Hauptsachen vollkommen im Rechte ist. Aus diesem Grunde berühre ich auch hier die abweichenden Angaben der genannten Forscher nicht, um so mehr, als nun auch *M. Schultze's* ausführliche ausgezeichnete Abhandlung vorliegt, die zeigt, dass seine Behauptungen auf einer solchen Unterlage ruhen, dass Zweifel kaum mehr möglich sind. Uebrigens hat *M. Schultze* mit lobenswerther Gewissenhaftigkeit das von ihm bestimmt Beobachtete von dem, was noch Zweifel zulässt, geschieden, und so jeden Unbefangenen in den Stand gesetzt, sich ein Urtheil zu bilden. Von den neuesten Forschern sahen *Hoffmann* und *Henle* die Zellen der *Regio olfactoria* wesentlich wie *Schultze*, doch hat keiner von ihnen eine Verbindung der Zellen mit den Nervenfasern nachzuweisen vermocht, ja es glaubt selbst *Hoffmann*, weil er bei Durchschneidung des *Olfactorius* bei Kaninchen und Fröschen beiderlei Zellen fettig degeneriren sah, die Möglichkeit, dass auch beiderlei Zellen Riechzellen seien, betonen zu müssen, ein Schluss der jedoch kaum als unbedenklich erscheint. *Hoffmann* findet unter dem Epithel eine Basement membrane.

Ich füge nun, vorzüglich nach *M. Schultze*, noch einige Einzelnheiten bei. Die Riechzellen besitzen bei den Fischen und Säugethieren keine Anhänge an ihrem freien Ende, und sind die stäbchen- oder haarartigen Aufsätze, die man nach Chromsäure sieht, durch diese erzeugt und herausgequollener Inhalt. Bei den Amphibien kommen dagegen besondere haarartige Anhänge, die Riechhärchen (*M. Schultze*) vor, die in zwei Formen auftreten und zwar 1) als starre steife borstenartige Gebilde, die immer nur zu Einem auf einer Riechzelle stehen und bis 0,135 mm Länge erreichen und 2) als feinere, eine geringe selbständige Beweglichkeit zeigende Härchen von beinahe derselben Länge, wenigstens sicher bis zu 0,09 mm, von denen meist mehrere auf Einer Riechzelle stehen. Beide Formen kommen für sich allein oder auch gemischt vor und scheinen auch sonst Uebergänge in einander zu zeigen; ausserdem ist zu bemerken, dass diese Härchen äusserst veränderlich sind und durch Wasser schnell zu einer körnigen Masse einschrumpfen, während die ächten Wimperhaare der Nasenschleimhaut stundenlang in dieser Flüssigkeit sich bewegen. Die Riechzellen der Vögel endlich stimmen in allen wesentlichen Puncten mit denen der Amphibien überein.

Die Epithelzellen der *Regio olfactoria* zeigen mehrfache bemerkenswerthe Eigenschaften. Für's Erste ist zu erwähnen, dass dieselben bei gewissen Geschöpfen Wimpern tragen (*M. Schultze*), und zwar sowohl bei solchen, deren Riechzellen der Riechhärchen entbehren, wie bei den *Plagiostomen*, als auch bei andern (Amphibien, Vögel), die solche besitzen, doch ist in Betreff des letztern Verhältnisses die Untersuchung noch nicht als eine abgeschlossene zu betrachten. Ferner sind zu beachten die einfachen und verästelten Ausläufer, die diese Zellen an ihrem tiefen Ende tragen und die auch höher oben an denselben als seitliche Anhänge vorkommen. In gewissen Fällen stellen sowohl die letzteren als auch die erstern Ausläufer Verbindungen der einzelnen Zellen unter einander, oder wie im letztern Falle mit einer gemeinschaftlichen hautartigen Grundlage des Epithels her, auf welche letztere von *M. Schultze* die Aufmerksamkeit gelenkt worden ist. Ich halte diese Lage, die am deutlichsten bei *Plagiostomen* zur Anschauung kam (s. *Schultze's* Unters. Taf. IV. Fig. 7), mit *M. Schultze* für die äusserste Lage der Schleimhaut, und betrachte sie von meinem Standpuncte aus als ein ungemein dichtes Netz von Bindegewebskörperchen, ebenso wie das *Reticulum* des centralen Nervensystems, der Balgdrüsen u. s. w., mit dem auch *M. Schultze* sie zusammenstellt. Die Frage, in welcher Weise diese Haut mit den Epithelzellen verbunden ist, erscheint mir als eine schwer zu beantwortende, immerhin erlaube ich mir zu sagen, dass ich erst nach den vollgültigsten Beweisen zur Annahme mich entschliessen könnte, dass die Epithelzellen wirklich mit ihr verschmelzen und nicht nur einfach derselben anhaften. — Bei gewissen Thieren hat *M. Schultze* ausser den langen Epithelzellen auch in der *Regio olfactoria* noch eine tiefere Lage kleinerer solcher Zellen gefunden, die auch *Hoffmann* und *Henle* erwähnen.

Während die *Regio olfactoria* bei Säugethieren ausnahmslos der Wimpern entbehrt, scheint beim Menschen in dieser Beziehung kein so bestimmtes Verhältniss sich zu finden, oder das ursprüngliche Verhalten vielleicht später in Folge von Erkrankungen der Nasenschleimhaut getrübt zu werden. Während hier in Würzburg bei Beobachtungen an einem

Hingerichteten von *Leydig*, *Gegenbaur* und *H. Müller* auch in der *Regio olfactoria* am Siebbeine Flimmerung gefunden wurde — im Betreff welcher Beobachtung ich freilich bemerken muss, dass, so viel ich mich erinnere, nicht die ganze Gegend Schritt für Schritt untersucht wurde — und *A. Ecker* ebenfalls bei einem Hingerichteten diess ganz ausdrücklich, ohne eine Stelle auszunehmen, bestätigte, ebenso wie später *Luschka* und *Welcker* in je Einem Falle und *Henle* und *Ehlers* in zwei Fällen, gelang *M. Schultze* die Entdeckung, dass auch hier ganze Strecken der obersten Gegend der Nasenhöhle mit wimpernlosen und gelb gefärbten Epithelzellen bekleidet sind, was dann *Ecker* bei einem zweiten Hingerichteten bestätigt fand, bei dem er die Gegend, die der Wimpern entbehrte, gesättigt gelb antraf und *Locus luteus* benannte. Die Färbung nahm übrigens in diesem Falle, besonders an der Scheidewand, aber auch an der obern Muschel, nicht die ganze Gegend ein, wo die Geruchsnerven sich ausbreiten. Bei spätern Untersuchungen fand *M. Schultze* dieses letztere Verhalten ebenfalls, bemerkte aber auch zugleich, dass unterhalb der gelben Stellen fleckweise in gewöhnlichem Epithel wimpernloses Epithel mit Riechzellen auftrat, so wie dass in dieser Beziehung bei verschiedenen Menschen ein abweichendes Verhalten sich findet, welches er auf die häufigen Entzündungen der Nasenschleimhaut zurückzuführen geneigt ist, um so mehr, da er in einem Falle bei einem 16 jährigen Mädchen an einer grösseren Strecke der *Regio olfactoria* selbst ein geschichtetes Pflasterepithel antraf. Für die Annahme einer ursprünglich scharfen Begrenzung der *Regio olfactoria* auch beim Menschen, welcher *M. Schultze* huldigt, spricht sehr entschieden auch die Entwickelungsgeschichte des Geruchsorganes, welche lehrt, dass die Geruchsgegend der Nasenhöhle einen ganz selbständigen Ursprung aus den embryonalen Geruchsgrübchen nimmt, doch wird es noch weiterer Untersuchungen bedürfen, um die Grenzen dieser Gegend ganz genau zu bestimmen. —

Die marklosen Nervenfasern der *Rami olfactorii* werden durch zarte gleichartige Scheiden mit denselben innen anhaftenden Kernen einer hellen Bindesubstanz zu Bündeln vereint, von denen die stärksten aus dem *Bulbus olfactorius* hervorgehenden bei Säugern nach *M. Schultze* 0,1—0,2 mm Dicke besitzen. Die Primitivfasern selbst sind, wie ich dieselben schon vor längerer Zeit schilderte, zarte Röhren mit meist feinkörnig erscheinendem Inhalte und Kernen im Innern, deren Durchmesser innerhalb ziemlicher Grenzen schwankt (4—6,7 μ, beim Ochsen bis 22 μ *ich;* 3 μ und darunter *M. Schultze*) und die nach *M. Schultze* auch durch Theilungen sich verschmälern. Dieser Forscher hat auch nachgewiesen, dass diese Primitivfasern an den Enden in der Schleimhaut in feinste varicöse Fäserchen zerfallen und wahrscheinlich gemacht, dass solche Fäserchen in denselben schon während ihres Verlaufes vorkommen. Den Zusammenhang der genannten Fäserchen mit den Riechzellen, den *Schultze* vermuthet, hat derselbe nirgends mit voller Bestimmtheit nachzuweisen vermocht, immerhin ist es ihm bei gewissen Geschöpfen gelungen, das Hervortreten der Olfactoriusfäserchen über die Oberfläche der Schleimhaut hinaus in das Epithel nachzuweisen, und somit kann wohl seine Aufstellung als eine nahezu gesicherte angesehen werden. Die einzige Möglichkeit nämlich, an die man angesichts der neuen Erfahrungen über die Endigungen der Vorhofsnerven im Gehörorgane denken könnte, dass die Olfactoriusfäserchen ohne Verbindung mit gewissen Zellen des Epithels unmittelbar in die Riechhärchen auslaufen, ist desswegen nicht zulässig, weil diese Härchen ganz entschieden als Anhänge der Riechzellen beobachtet sind.

Ueber den Bau des *Bulbus olfactorius* haben *Owsjannikow*, *Lockhard Clarke* und *G. Walter* wichtige Mittheilungen gemacht, aus denen hervorgeht, dass dieser Hirntheil einen früher nicht geahnten, sehr zusammengesetzten Bau besitzt, in Betreff dessen bisher nur die Angaben von *Leydig* über die Plagiostomen vorlagen. Leider ist es auch den Bemühungen der beiden letztgenannten Forscher, die am tiefsten in diese Verhältnisse eingedrungen sind, nicht gelungen, alle Schwierigkeiten zu beseitigen, und namentlich nicht möglich gewesen, den Ursprung der blassen Fasern der *Rami olfactorii* nachzuweisen, doch ist schon das bis jetzt Ermittelte aller Beachtung werth und fordert sehr zu weitern Untersuchungen auf. Die wesentlichsten gefundenen Verhältnisse sind folgende: Der *Bulbus olfactorius* der Säuger besitzt im Innern eine mit Flimmerzellen ausgekleidete Höhle, und lässt sich deutlich nachweisen (*Owsjannikow*, *Walter*), dass die Ausläufer der Flimmerzellen mit den Bindegewebskörperchen einer tiefer liegenden Schicht von Bindesubstanz zusammenhängen. Darauf folgen die dunkelrandigen Röhren des *Tractus olfactorius*, welche, indem sie nach und nach gegen den der *Lamina cribro*

zugewendeten Theil des *Bulbus* umbiegen, sich verfeinern und in blasse, Axencylindern ähnliche Fäserchen sich fortsetzen. Diese theilen sich wiederholt und setzen sich nach *Walter*, womit *Clarke*, wenn auch nicht ganz entschieden, übereinstimmt, mit kleinen bipolaren Zellen in Verbindung, worauf dieselben dann wieder sich vereinigen und in die Ausläufer grosser vielstrahliger Zellen in der grauen Rinde des *Bulbus* übergehen. Von diesen Zellen, die nach *Walter* auch häufig durch starke Ausläufer unter einander zusammenhängen, strahlen dann wieder Ausläufer gegen die Oberfläche und verlieren sich in eigenthümlichen grossen kugeligen Körpern, aus denen dann je Ein Bündel blasser Olfactoriusfasern entspringt. Diese kugeligen Körper, die mit den von *Leydig* bei *Sphyrna* als grosse Ganglienzellen beschriebenen Bildungen übereinzustimmen scheinen, und die sowohl *Clarke* als auch *Walter* und *M. Schultze* (Unters. S. 62) gesehen haben, sind bis jetzt in ihrem feineren Baue nicht zu ergründen gewesen, und dasselbe gilt auch von einer neben ihnen vorkommenden rein grauen Substanz, doch scheint nach allem die Vermuthung von *M. Schultze*, dass jeder aus einem Haufen von Ganglienzellen bestehe, am meisten für sich zu haben, und würden in diesem Falle die blassen Olfactoriusfasern als Ausläufer dieser Zellen zu betrachten sein, wobei jedoch zu bemerken ist, dass nach *M. Schultze* in den vom *Bulbus* entspringenden Stämmen noch keine breiteren Fasern, sondern nur feinste Fibrillen sich finden. Wäre der Ursprung der Riechnervenfasern genügend festgestellt, so liesse sich auch sagen, welche anatomische Bedeutung dieselben haben, ob sie *in toto* einem Axencylinder entsprechen, oder ob die varicösen feinsten Fäserchen, aus denen sie am Anfange und Ende bestehen, solche sind; so aber muss diese Frage vorläufig unentschieden bleiben. Nichts destoweniger erlaube ich mir die Vermuthung zu äussern, dass die erstere Auffassung wahrscheinlich die richtige ist, und dass jede Olfactoriusfaser aus Einem Zellenfortsatze hervorgeht.

Zum Schlusse ist nun noch für Diejenigen, welche der vergleichenden Anatomie der Sinnesorgane Beachtung schenken, zu erwähnen, dass wichtige Arbeiten von *Max Schultze* (Ueber die *Savi*'schen Bläschen der Zitterrochen in Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut, S. 11) und *Fr. E. Schulze* (Ueber die Nervenendigung in den Schleimcanälen der Fische, in *Müll.* Arch. 1861. S. 759, und Ueber die becherförmigen Organe der Fische, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XII. S. 218) die grosse Verbreitung von haarartigen Bildungen an den Enden von Sinnesnerven und zum Theil besondere Sinneszellen, zum Theil ein einfaches Auslaufen der Nerven in Haare dargethan haben.

Bei der Untersuchung des Geruchsorganes macht vor allem die Zartheit des Epithels Schwierigkeiten und hat man daher nur Eiweisslösung oder *Humor vitreus* zur Befeuchtung zu nehmen. Die von *Eckhardt* zuerst gewürdigte und dann von *Schultze* so glücklich erprobte Wirkung der Chromsäure und des chromsauren Kali wurde oben schon angegeben, ausserdem sei noch bemerkt, dass auch *Kali caust.* von 35 %, *Müller*'sche Flüssigkeit, kalt gesättigte Oxalsäurelösung und verdünnte Schwefelsäure und Essigsäure gute Dienste leisten. Senkrechte Schnitte erlangt man an den abgelösten Schleimhautstücken mit der Scheere am besten, auch geben Faltenränder nicht selten gute Durchschnittsbilder. Die Schleimdrüsen findet man auf Schnitten, die *Bowman*'schen durch Zerzupfen, an Flächenansichten und an senkrechten Schnitten erhärteter Stücke. Für die Geruchsnerven ist am geeignetsten das Zerzupfen und die Untersuchung in *H. vitreus* und Chromsäure; für den Verlauf derselben im Groben nützen Chromsäure und kaustische Alkalien nichts, eher die Compression frischer und mit Natron oder Essigsäure befeuchteter Stücke und die Untersuchung in Wasser erweichter Schleimhaut, in welcher die Nerven lange sich halten.

Literatur. *Todd-Bowman*, in ihrem Handbuche II; *Kölliker*, in Würzb. Verh. Bd. IV. S. 60; Ebend. Bd. VIII; Ebend. Bd. IX. Sitzungsber.; *Leydig*, in Beitr. zur Anat. der Rochen und Haie. 1852. S. 35; *Sappey*, *Recherch. sur les glandes de la pituitaire*, in *Gaz. méd.* 1853. Nr. 35; *Kohlrausch*, in *Müll.* Arch. 1853. S. 149; *Gegenbaur*, *Leydig* und *H. Müller*, in Würzb. Verh. V; *Eckhardt*, Beitr. z. Anat. und Phys. Heft I. Giessen 1855; *A. Ecker*, in Freib. Berichten. Nov. 1855, in Zeitschr. f. wiss. Zool. VIII. 1856. Heft II; *R. Seeberg*, *Disq. micr. de textura membr. pituit. nasi.* Dorp. 1856. *Diss.*; *M. Schultze* in Berl. Monatsb. 13. Nov. 1856 und Unters. über den

Bau der Nasenschleimhaut, in Abhandl. d. nat. Ges. zu Halle. Bd. VII. 1862; *H. Hoyer, De tunicae mucosae narium structura.* Berol. 1857. *Diss.*, und *Müll.* Arch. 1860. S. 54; *B. Gastaldin*, in *Memor. d. Acad. di Tor.* XVII. p. 372; *Erichsen, De textura nervi olfact.* Dorp. 1857. *Diss.*; *H. Luschka*, in Arch. f. path. Anat. VIII. p. 442; *Colomann Balogh*, Das *Jacobson*'sche Organ des Schafes, in Wien. Sitzungsberichte. Bd. XLII. S. 280. 449; *Owsjannikow*, in *Müll.* Arch. 1860. S. 469; *L. Clarke*, in Zeitschr. f. wiss. Zool. XI. S. 31; *G. Walter*, in *Virch.* Arch. XXII. S. 241; *Welcker*, in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XX. S. 173; *Luschka*, in Med. Centralz. 1865. Nr. 22; *M. Schultze*, Ebendas. Nr. 25; *C. K. Hoffmann, Onderzoek. over den Bouw van de Membr. olfactoria.* 1866. Amsterd. *Diss.* — Ausserdem vergleiche man *Ecker*'s *Icon. phys.* und *Henle*'s Anatomie.

